

**PERAMALAN JUMLAH PENUMPANG PADA PT. ANGKASA PURA I  
(PERSERO) KANTOR CABANG BANDAR UDARA INTERNASIONAL  
SULTAN HASANUDDIN MAKASSAR DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *HOLT-WINTERS*  
*EXPONENTIAL SMOOTHING***



**SKRIPSI**

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar S.Mat  
Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar*

Oleh :

**FAUZIA LAMUSA**

**60600111017**

**JURUSAN MATEMATIKA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN  
MAKASSAR**

**2017**

## PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “Peramalan Jumlah Penumpang pada PT Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dengan Menggunakan Metode Holt Winters Exponensial Smoothing”, yang disusun oleh Saudari **Fauzia Lamusa**, Nim: **60600111017** Mahasiswa Jurusan Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari Rabu tanggal **23 Agustus 2017 M**, bertepatan dengan **01 Dzul-Hijjah 1438 H**, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat.).

Makassar, 23 Agustus 2017 M  
01 Dzul-Hijjah 1438 H

### DEWAN PENGUJI

Ketua	: Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag.	(.....)
Sekretaris	: Irwan, S.Si., M.Si.	(.....)
Munaqisy I	: Wahidah Alwi, S.Si., M.Si.	(.....)
Munaqisy II	: Adnan Suddin, S.Pd., M.Si.	(.....)
Munaqisy III	: Dra. Susmihara, M. Pd.	(.....)
Pembimbing I	: Ermawati, S.Pd., M.Si.	(.....)
Pembimbing II	: Try Azisah Nurman, S.Pd., M.Pd.	(.....)

Diketahui oleh:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar



Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag  
Nip. 19691205 199303 1 001

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Dengan penuh kesadaran, penyusun yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya penyusun sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang di peroleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, Agustus 2017

Penyusun,

Fauzia La Musa  
Nim: 60600111017

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT Tuhan semesta alam atas segala limpahan ramhat dan kasih sayang-Nya. Atas ridho Allah lah sehingga tulisan ini dapat terselesaikan. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada uswatun khasanah seluruh umat Muhammad SAW, pembawa risalah kebenaran, pembawa obor penerang kehidupan.

Skripsi ini dimaksudkan untuk memperoleh gelar sarjana Sains (Matematika). Skripsi ini berisi tentang pembahasan deret waktu dengan data musiman, seperti yang disajikan dalam bab empat.

Penyusun tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan penghargaan yang tak terhingga kepada Ibunda Samsia Lampenanu S.Ag dan Ayahanda La Musa tercinta yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kesabaran, cinta dan kasih sayang serta doa untuk penulis selama menjalani perkuliahan. Untuk kedua adikku ZulFadli La Musa dan Samzalziazul berbaktilah kepada Ayah dan Ibu dan buatlah senyuman selalu terpancar di wajah mereka.

Keberhasilan dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, arahan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Muhammad Khalifah Mustami, M.Pd, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar periode 2011-2015 atas pemberian kesempatan pada penulis untuk melakukan studi ini,
2. Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar periode 2015-2019 atas pemberian kesempatan pada penulis untuk melanjutkan studi ini,
3. Bapak Irwan, S.Si., M.Si, Ketua Jurusan Matematika selaku penguji kedua atas bimbingan, arahan, motivasi dan ilmu yang diberikan dalam penyusunan skripsi ini,
4. Ibu Ermawati, S.Pd., M.Si, Pembimbing pertama atas bimbingan, arahan serta ilmu yang diberikan kepada penulis dengan penuh kesabaran,
5. Ibu Try Azisah Nurman, S.Pd., M.Pd, Pembimbing kedua atas bimbingan serta arahan selama perkuliahan dan penyusunan skripsi,
6. Ibu Wahidah Alwi, S.Si.,M.Si, Penguji pertama atas waktu dan ilmu yang diberikan dalam penyempurnaan skripsi ini,
7. Ibu Khalilah Nurfadilah, S.Si.,M.Si, Penasehat Akademik serta Penguji kedua atas waktu dan ilmu yang diberikan dalam penyusunan skripsi,
8. Dra. Susmihara, M.Pd Penguji ketiga atas waktu dan ilmu agama yang diberikan dalam penyempurnaan skripsi ini,
9. Bapak/Ibu Dosen di Jurusan Matematika yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan ilmu, arahan dan motivasi dari awal perkuliahan hingga skripsi ini selesai,

10. Staff Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi yang selama ini telah membantu dalam pengurusan akademik dan persuratan dalam penulisan,
11. Teman-teman seperjuangan angkatan 2011 “L1M1T” yang selalu memberikan semangat bersaing sehat dan inspirasi mulai dari awal perkuliahan hingga penulisan skripsi,
12. Yuni Kustari, selaku PTS. Shared Services Dept. Head AngkasaPura I Bandara Sultan Hasanuddin Makassar yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk melakukan penelitian di PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar,
13. Kepada seluruh keluarga, sahabat dan pihak-pihak yang tidak disebutkan satu persatu, terima kasih atas segala doa dan motivasinya.

Penulis menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu sangat diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Namun demikian, penulis tetap berharap semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat membantu terwujudnya bangsa yang cerdas.

Makassar, Agustus 2017

Penulis,

FauziaLamusa  
NIM. 60600111017

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR SIMBOL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
ABSTRAK .....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LatarBelakang .....	1
B. RumusanMasalah .....	6
C. TujuanPenelitian .....	7
D. ManfaatPenelitian .....	7
E. BatasanMasalah.....	7
F. SistematikaPenulisan .....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
A. Peramalan ( <i>Forecasting</i> ).....	10
B. <i>Data Time Series</i> .....	11
C. <i>Exponential Smoothing</i> .....	15
D. MasalahNilaiAwal.....	21
E. UkuranKesalahanPeramalan .....	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
A. JenisPenelitian.....	25
B. WaktuPenelitian .....	25
C. JenisdanSumber Data .....	25
D. VariabelPenelitian .....	25
E. DefinisiOperasionalVariabel.....	25
F. ProsedurPenelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
A. HasilPenelitian .....	29
B. Pembahasan.....	42
BAB V PENUTUP.....	44
A. Kesimpulan .....	44
B. Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA .....	45
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	45
RIWAYAT PENULIS	



## DAFTAR SIMBOL

= nilai aktual pada periode

= konstanta pemulusan untuk data ( $0 < \alpha < 1$ )

= konstanta pemulusan untuk trend ( $0 < \beta < 1$ )

= konstanta pemulusan untuk musiman ( $0 < \gamma < 1$ )

= nilai yang dilicinkan untuk serial tanpa faktor musiman

= nilai yang dilicinkan untuk trend

= nilai yang dilicinkan untuk faktor musiman

= panjang musiman (yaitu, jumlah bulan atau kwartal dalam setahun)

= ramalan untuk periode kedepan dari

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jenis-Jenis Pola Data .....	12
Gambar 4.1 Plot Data .....	29
Gambar 4.2 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Ramalan dengan Model <i>Mutiplicative</i> .....	35
Gambar 4.3 Plot Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Ramalan dengan Model <i>Additive</i> .....	39

**DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 Data jumlah Penumpang di Bandara Internasional sultan Hasanuddin Makassar .....	28
Tabel 4.2 Hasil Peramalan Model <i>Additive</i> dan Model <i>Multiplicative</i> .....	41

## ABSTRAK

Nama : Fauzia La Musa  
Nim : 60600111017  
Judul : Peramalan Jumlah Penumpang Pada PT. Angkasa Pura I (Persero)  
Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin  
Makassar dengan Menggunakan Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*

---

Peramalan merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan jumlah penumpang Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dengan metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* berdasarkan data dari bulan Januari 2011 sampai dengan Desember 2016. Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing* dapat digunakan untuk data time series yang mengandung trend dan musiman. Metode ini dibagi menjadi dua yaitu metode perkalian musiman (*Multiplicative Seasonal Method*) dan metode penambahan musiman (*Additive Seasonal Method*). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa peramalan jumlah penumpang Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar lebih tepat menggunakan model *Additive* pada pemulusan eksponensial *Holt-Winters* karena memiliki error yang lebih kecil dibandingkan model *Multiplicative* berdasarkan nilai MAD dan MAPE.

**Kata kunci:** *Exponential Smoothing, Holt-Winters*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Bidang transportasi sampai sekarang mengalami perkembangan yang pesat, baik transportasi darat, laut, maupun udara. Hal tersebut terjadi karena kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini telah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dengan kebutuhan manusia itu sendiri. Perkembangan ini pada akhirnya menuntut tersedianya sarana dan prasarana transportasi yang mampu dan memadai dalam wujud tersedianya fasilitas yang baik. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka kebutuhan akan alat transportasi juga meningkat karena alat transportasi merupakan sarana penting bagi penduduk untuk melakukan aktifitasnya.

Adanya minat masyarakat yang semakin meningkat dalam menggunakan transportasi udara, mengakibatkan banyaknya berdiri perusahaan penerbangan baru dengan persaingan tarif yang semakin kompetitif. Persaingan tersebut memberikan kenyataan bahwa penerbangan tidak selalu membawah penumpang dalam jumlah yang sama tiap bulannya dalam setiap penerbangannya. Penerbangan kadang mengalami lonjakan penumpang atau sebaliknya mengalami penurunan. Adanya perubahan-perubahan tersebut dapat diambil sebagai data untuk keperluan dalam mengambil kebijakan, khususnya di bidang penerbangan untuk penyesuaian terhadap peningkatan dan penurunan penumpang di masa yang akan datang.

Sehingga perusahaan dapat mempersiapkan fasilitas ketika terjadi kenaikan jumlah penumpang di masa yang akan datang. Kegunaan peramalan dalam suatu penelitian adalah melakukan analisa terhadap situasi yang diteliti untuk memperkirakan situasi dan kondisi yang akan terjadi dari sesuatu yang diteliti di masa depan. Akurat atau tidaknya suatu ramalan berbeda untuk setiap persoalan karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, sehingga tidak akan mungkin diperoleh hasil ramalan dengan ketepatan seratus persen.

Di dalam melakukan analisa kegiatan usaha perusahaan, haruslah diperkirakan apa yang akan terjadi dalam dunia usaha pada masa yang akan datang. Kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang disebut peramalan (*forecasting*).

Peramalan (*forecasting*) adalah salah satu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan. Suatu dalil yang dapat diterima bahwa semakin baik ramalan tersedia untuk pimpinan semakin baik pula prestasi kerja mereka sehubungan dengan keputusan yang diambil. Ramalan yang dilakukan umumnya akan berdasarkan pada data masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan cara-cara tertentu.<sup>1</sup>

Data masa lampau dikumpulkan, dipelajari, dan dianalisis dihubungkan dengan perjalanan waktu. Karena adanya factor waktu itu, maka dari hasil analisis tersebut dapat dikatakan sesuatu yang akan terjadi pada masa mendatang. jelas, dalam hal tersebut kita dihadapkan dengan ketidak pastian sehingga akan ada faktor akurasi atau keseksamaan yang harus diperhitungkan.

---

<sup>1</sup> Salamah mutiah, *Time Series Analysis* (Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Lembaga Pendidikan, Insitut Teknologi Sepuluh November, 1993),h.9

Sebagaimana firman Allah S.W.T dalam QS.Luqman/31 :34

إِنَّ اللَّهَ عِنْدَهُ عِلْمُ السَّاعَةِ وَيُنَزِّلُ الْغَيْثَ وَيَعْلَمُ مَا فِي الْأَرْحَامِ<sup>ص</sup>  
 وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ مَّاذَا تَكْسِبُ غَدًا<sup>ط</sup> وَمَا تَدْرِي نَفْسٌ بِأَيِّ أَرْضٍ تَمُوتُ<sup>ج</sup>  
 إِنَّ اللَّهَ عَلِيمٌ خَبِيرٌ ﴿٣٤﴾

Terjemahnya :

Sesungguhnya Allah, Hanya pada sisi-Nya sajalah pengetahuan tentang hari Kiamat; dan Dia-lah yang menurunkan hujan, dan mengetahui apa yang ada dalam rahim. dan tiada seorangpun yang dapat mengetahui (dengan pasti) apa yang akan diusahakannya besok. dan tiada seorangpun yang dapat mengetahui di bumi mana dia akan mati. Sesungguhnya Allah Maha mengetahui lagi Maha Mengenal.<sup>2</sup>

Maksud dari kandungan ayat tersebut adalah sesungguhnya Allah, hanya pada sisi-Nya sajalah pengetahuan tentang hari kiamat. Tidak ada satu makhluk, berapapun tinggi kedudukannya, yang dapat mengetahui masa datangnya, dan Dialah Yang dari saat ke saat menurunkan hujan dalam berbagai bentuknya, cair atau membeku, dan lokasi manapun Dia terapkan, dan Dia pula yang terus menerus mengetahui apa yang ada dalam Rahim. Bukan saja jenis kelaminnya, tetapi segala sesuatu yang berkaitan dengan janin, termasuk perincian nasipnya. Dan tidak satu jiwapun pandai atau bodoh yang dapat dengan pasti lagi rinci mengetahui apa yang akan diusahakannya besok serta dampak dan hasil usahanya itu. Dan tidak satu jiwa juga yang dapat mengetahui secara pasti di bumi mana, yakni di lokasi mana dan kapan dia akan mati. Sesungguhnya Allah Maha

<sup>2</sup>Lajnah Pentasbih Mushaf Al-Qur'an Departemen Agama RI, ter. Yayasan Penyelenggara Penterjemah/Pentafsir Al-Qur'an dan terjemahannya, (Bandung, CV Penerbit J-ART, 2005), h.415.

Mengetahui lagi Maha Mengenal.<sup>3</sup> Hal ini erat kaitannya dengan peramalan yang akan diuraikan dalam penelitian ini. Bahwa manusia dapat mengetahui sekelumit tentang hal-hal tersebut, bila Allah menyampaikan kepadanya melalui salah satu cara penyampaian, misalnya penelitian ilmiah. Namun, manusia hanya dapat mengetahui dalam kadar pengetahuan manusia, bukan pengetahuan Allah. Mengenai hal tersebut, manusia tidak dapat mengetahui secara pasti dan rinci, apalagi hal-hal yang berada diluar diri manusia.

Metode statistik yang digunakan untuk peramalan sangatlah banyak. Akan tetapi dalam penelitian ini akan di gunakan metode *Winters Ekponential Smoothing* untuk menentukan model terbaik dengan melihat nilai error terkecil. Metode yang memiliki error paling kecil merupakan nilai untuk menentukan model paling baik. Hal ini menyebabkan masing-masing metode memberikan hasil peramalan yang berbeda-beda. Penggunaan peramalan yang telah dilakukan di Indonesia yaitu menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). Selain itu, ada juga metode peramalan lain yang sering digunakan yaitu metode penghalusan eksponensial. Hal ini disebabkan karena metode ini memiliki keunggulan dibandingkan metode-metode lainnya, yaitu metode penghalusan eksponensial bersifat sederhana, intuitif dan mudah dipahami.<sup>4</sup> Artinya, walaupun sederhana namun sangat berguna bagi peramalan jangka pendek (*shortterm forecasting*) dari data time series yang panjang. Kemudian model penghalusan eksponensial memiliki tingkat kompleksitas yang rendah dari ARIMA dan

---

<sup>3</sup>M.Quraish Shihab, "*TAFSIR AL-MISHBAH : Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Quran*", (Jakarta: Lentera Hati,2002), Hal.163

<sup>4</sup>Adi Suwandi, Annisa, Andi kresna Jaya, "*Peramalan Data Time Series dengan metode Penghalusan Eksponensial Holt-Winter*",



membuatnya sangat populer. Serta menentukan perbedaan yang cukup kecil secara akurasi dalam peramalan antara teknik pemulusan eksponensial dengan model ARIMA.

Peramalan diperlukan karena adanya perbedaan waktu antara kesadaran akan dibutuhkannya suatu kebijakan baru dengan waktu pelaksanaan kebijakan tersebut. Keadaan jumlah penumpang yang bersifat musiman dapat menimbulkan suatu ancaman dan juga dapat memberikan suatu peluang untuk meraup keuntungan, maka peranan peramalan menjadi sangat penting terhadap kondisi tersebut. Terutama dalam menentukan kapan suatu peristiwa akan terjadi atau kebutuhan akan timbul sehingga dapat dipersiapkan tindakan-tindakan apa yang perlu dilakukan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa peramalan merupakan dasar penyusunan rencana.

Jumlah penumpang merupakan data yang bersifat musiman, hal ini dapat dilihat pada setiap tahunnya pada bulan-bulan tertentu yang mengalami peningkatan jumlah penumpang, misalnya saat liburan atau hari raya tertentu. Karena bersifat musiman metode yang digunakan metode *Winters Exponential Smoothing*. Metode *Winters Exponential Smoothing* digunakan ketika data menunjukkan pola trend dan musiman. Metode ini serupa dengan metode *Holt exponential smoothing* dengan satu persamaan tambahan untuk mengatasi pola musiman.

Sebuah penelitian oleh Haryanto Tanuwijaya, dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa *exponential smoothing winters* dapat di terapkan dalam sistem informasi pengendalian produk dan bahan baku. Penggunaan metode

*winters exponential smoothing* untuk memuluskan data dengan menghilangkan pengaruh random, trend dan musiman pada data. Oleh karena itu perlu diperkirakan atau diramalkan situasi apa dan kondisi bagaimana yang akan terjadi pada masa yang akan datang.<sup>5</sup>

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis akan membahas tentang Peramalan Jumlah Penumpang pada PT. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dengan Menggunakan Metode *Winters Exponential Smoothing*.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana meramalkan jumlah penumpang pada PT. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar menggunakan dua model dari Metode penghalusan eksponensial Holt-Winters yaitu *Multiplicative Seasonal Model* (Model Perkalian Musiman) dan *Additive Seasonal Model* (Model Penambahan Musiman)?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini untuk meramalkan jumlah penumpang pada PT. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar menggunakan dua model dari Metode penghalusan eksponensial Holt-Winters yaitu *Multiplicative Seasonal Model* (Model

---

<sup>5</sup>Haryanto Tanuwijaya, “PENERAPAN METODE WINTERS EXPONENTIAL SMOOTHING DAN SINGLE MOVING AVERAGE DALAM SISTEM INFORMASIPENGADAAN OBAT RUMAH SAKIT”, Program Studi MMT-ITS, Surabaya 6 Februari 2010.

Perkalian Musiman) dan *Additive Seasonal Model* (Model Penambahan Musiaman).

#### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Dapat membantu PT. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dalam meramalkan jumlah penumpang untuk periode ke depan.
2. Memudahkan PT. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dalam mengambil kebijakan mengatasi jumlah penumpang.

#### **E. Batasan Masalah**

Dalam penulisan skripsi ini, pembahasannya hanya dibatasi pada:

1. Data yang digunakan adalah data bulanan dari bulan Januari 2011 – Desember 2016 yang bersumber dari PT. Angkasa Pura I (Persero) Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.
2. Data yang digunakan adalah data jumlah penumpang
3. Peramalan yang dilakukan adalah untuk 12 bulan (1 tahun) kedepan.
4. Metode yang digunakan dalam penentuan model terbaik adalah metode Holt Winters.
5. Model terbaik ditentukan berdasarkan nilai MAD dan MAPE.

## **F. Sistematika Penulisan**

Secara garis besar, sistematika penulisan tugas akhir dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:

### **1. Bagian awal**

Bagian awal terdiri dari sampul, judul, pernyataan keaslian, persetujuan pembimbing, pengesahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, dan abstrak.

### **2. Bagian isi**

Bagian isi terdiri atas:

#### **a. BAB I Pendahuluan**

Bab ini berisi alasan pemilihan judul, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

#### **b. BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab ini dikemukakan hal-hal yang mendasari dalam teori yang dikaji, yaitu Peramalan, data *time series*, *Exponential Smoothing*, metode *Holt Winters*, masalah nilai awal dan ukuran kesalahan peramalan.

#### **c. BAB III Metode Penelitian**

Bab ini dikemukakan jenis penelitian, lokasi penelitian, waktu penelitian, jenis dan sumber data, dan prosedur penelitian.

#### **d. BAB IV Hasil dan Pembahasan**

Bab ini dikemukakan hasil penelitian dan pembahasan dari hasil penelitian.

e. BAB V Penutup

Bab ini dikemukakan kesimpulan dari penelitian dan saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

3. Bagian akhir

Bagian akhir berisi daftar pustaka dan daftar riwayat hidup penulis

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan adalah perkiraan atau penggambaran dari nilai atau kondisi di masa depan. Peramalan (*Forecasting*) merupakan bagian vital bagi setiap organisasi bisnis dan untuk setiap pengambilan keputusan manajemen yang sangat signifikan. Peramalan menjadi dasar bagi perencanaan jangka panjang perusahaan. Ketepatan hasil peramalan bisnis akan meningkatkan peluang tercapainya investasi yang menguntungkan.<sup>1</sup> Peramalan adalah suatu unsur yang sangat penting dalam pengambilan keputusan, sebab efektif atau tidaknya dapat dilihat dari waktu keputusan itu diambil.<sup>2</sup> Peramalan merupakan suatu teknik untuk memperkirakan suatu nilai pada masa yang akan datang dengan memperhatikan data masa lalu maupun data saat ini.<sup>3</sup>

Ramalan yang dilakukan umumnya akan berdasarkan pada masa lampau yang dianalisis dengan menggunakan cara-cara tertentu. Data masa lampau dikumpulkan, dipelajari, dan dianalisis dihubungkan dengan perjalanan waktu. Waktu atau periode yang dibutuhkan untuk melakukan suatu peramalan itu biasanya disebut sebagai lead time yang bervariasi pada tiap persoalan.<sup>4</sup> Adanya waktu tenggang (*lead time*) ini merupakan alasan utama bagi perencanaan dan

---

<sup>1</sup> Evelina Padang, Gim Tarigan, Ujian Sinulingga, “Peramalan Jumlah Penumpang Ketera Api Medan-Rantau Prapat dengan Metode Pemulusan Exponensial Holt-Winters”, Saintia Matematika Vol.1, No(2013), pp.161-174. Diakses pada tanggal 2 Mei 2015.

<sup>2</sup> Zanzawi Soejoeti, “Analisis Runtun Waktu”, (Jakarta: Karunika, 1987) hal.1.

<sup>3</sup> Aswi & Sukarna, “Analisis Deret Waktu”, (Makassar: Andira Publisher) hal.1.

<sup>4</sup> M. Agus Sudrajat, “Forecasting (Peramalan)”, Blog Agus Sudrajat, [http://agus\\_sudrajat.com/](http://agus_sudrajat.com/) (8 Agustus 2015).

peramalan. Jika waktu tenggang ini nol atau sangat kecil, maka perencanaan tidak perlu dilakukan. Jika waktu tenggang ini panjang dan hasil peristiwa akhir bergantung pada faktor-faktor yang dapat diketahui, maka perencanaan dapat memegang peranan penting. Dalam situasi seperti ini peramalan diperlukan untuk menetapkan kapan suatu peristiwa akan terjadi atau timbul, sehingga tindakan yang tepat dapat dilakukan. Peramalan merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien.

Kemampuan menduga berbagai peristiwa kini tampaknya akan sama lazimnya dengan kecermatan peramalan keadaan cuaca dalam beberapa decade. Kecenderungan untuk dapat meramalkan peristiwa secara lebih tepat, khususnya dalam bidang ekonomi, akan terus-menerus memberikan dasar yang lebih baik bagi perencanaan.<sup>5</sup>

Peramalan merupakan bagian integral dari kegiatan pengambilan keputusan, sebab efektif atau tidaknya suatu keputusan umumnya bergantung pada beberapa faktor yang tidak dapat dilihat pada waktu keputusan itu diambil. Peranan peramalan menjelajah kedalam banyak bidang seperti ekonomi, keuangan, pemasaran, produksi, riser operasional, administrasi Negara, meteorologi, geofisika, kependudukan dan pendidikan.

Metode peramalan dapat dibagi dalam dua kategori utama, yaitu *metode kualitatif* dan *metode kuantitatif*. Metode kualitatif lebih banyak digunakan pada pemikiran intuitif, perkiraan logis dan informasi atau pengetahuan yang telah

---

<sup>5</sup> Untung Sus Andriyanto, & Abdul Basith, "*Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua Jilid I*", (Jakarta : Penerbit Erlangga, 1991) hal.3.

diperoleh peneliti sebelumnya.<sup>6</sup> Metode ini banyak digunakan dalam pengambilan keputusan sehari-hari. Hal ini terutama disebabkan oleh kebutuhan yang mendesak dan biaya yang relatif tinggi untuk menggunakan metode peramalan yang canggih. Metode peramalan yang termasuk kelompok metode peramalan kualitatif ini adalah metode Delphi, pembuatan skenario, riset (penelitian pasar) dan kelompok-kelompok fokus.

Metode kuantitatif dapat dibagi menjadi dua jenis model peramalan yang utama, yaitu metode kausal (regresi) dan metode *time series*. Pada metode kausal, pendugaan masa depan dari suatu faktor yang diramalkan (seringkali dinamakan variabel bebas) didasari suatu asumsi bahwa faktor itu menunjukkan suatu hubungan sebab-akibat dengan satu atau lebih variabel bebas. Sedangkan dalam metode *time series*, pendugaan masa depan dilakukan berdasarkan pada nilai masa lalu dari suatu variabel dan kesalahan masa lalu. Metode ini menitik beratkan pada pola data, dan faktor gangguan (*disturbances*) yang disebabkan oleh pengaruh acak (*random*). Tujuan dari metode peramalan *time series* seperti ini adalah merencanakan pola dalam data *time series* ke masa depan.<sup>7</sup>

## **B. Data Time Series**

Deret waktu (*time series*) adalah himpunan observasi berurutan dalam waktu atau dimensi apa saja yang lain.<sup>8</sup> Suatu runtun waktu adalah himpunan observasi berurutan dalam dimensi waktu ataupun dalam dimensi lain. Ciri-ciri analisis runtun waktu yang menonjol adalah bahwa deretan observasi dalam suatu variabel

---

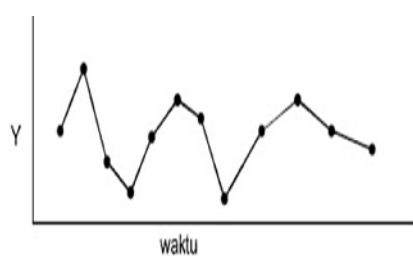
<sup>6</sup> Aswi & Sukarna, “*Analisis Deret Waktu*”, (Makassar: Andira Publisher) hal.1-2.

<sup>7</sup> Suhartono, “*Time Series Analysis*”, (Surabaya: BPFE Surabaya, 2003) hal.3.

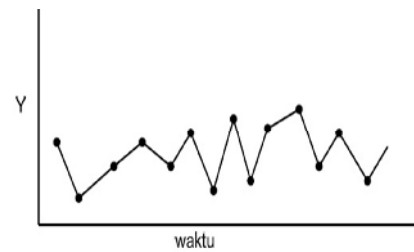
<sup>8</sup> Zanzawi Soejoeti, “*Analisis Runtun Waktu*”, (Jakarta: Karunika, 1987) hal.36.



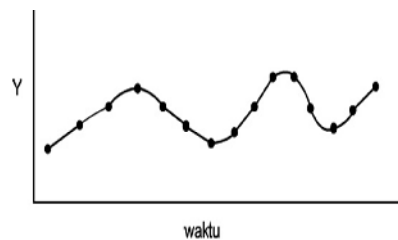
dipandang sebagai realisasi dari variabel random yang berdistribusi sama. Pola data historis yang dimiliki dapat berpola horizontal, yaitu bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar rata-rata. Namun dalam kenyataannya data tersebut bervariasi karena dipengaruhi oleh trend yaitu rata-rata gerakan penurunan atau pertumbuhan jangka panjang pada serangkaian data historis. Siklis adalah perubahan atau gelombang pasang surut suatu hal yang berulang kembali dalam waktu lebih dari satu tahun. musiman adalah gelombang pasang surut yang berulang kembali dalam waktu sekitar satu tahun.<sup>9</sup> keempat pola tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



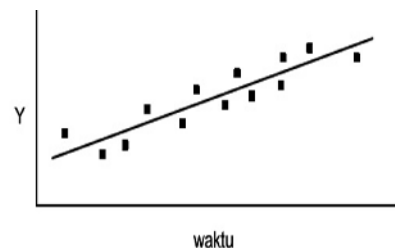
(a) Pola Horizontal



(b) Pola Musiman



( c ) Pola siklus



(d) Pola trend

Gambar 1. Jenis-jenis pola data

<sup>9</sup> Pengestu Subagyo, “ *Forecasting Konsep dan Aplikasi*”, (Yogyakarta: BPFE Yogyakarta, 1986) hal. 32.

a. Pola Horizontal

Pola horizontal terdapat ketika tidak ada trend dan data, (Secara statistik, hal ini disebut stasioneritas). Ketika pola seperti ini terjadi, data umumnya disebut pola konstan, yang berarti pola itu tidak memiliki trend yang meningkat ataupun menurun secara sistematis sepanjang waktu. Dengan demikian, kemungkinan bahwa nilai berikutnya dalam data ini di atas rata-rata sama besarnya dengan kemungkinan nilai bahwa nilai berikutnya itu berada di bawah rata-rata. Gambar 1 (a). memperlihatkan pola horizontal yang umumnya untuk sebuah variabel. Jenis situasi yang umumnya memperlihatkan pola horizontal mencakup produk-produk yang memiliki keadaan yang stabil, misalnya jumlah barang cacat dalam produksi yang stabil, dan kemungkinan penjualan perusahaan dalam periode yang cukup pendek. Waktu umumnya merupakan unsur yang penting dalam pola horizontal, karena dalam jangka waktu pendek.

b. Pola Musiman

Pola musiman terdapat bila sebuah serial berfluktuasi sesuai dengan beberapa faktor musiman, dapat dilihat pada gambar 1 (b). Musim ini dapat berupa bulan atau empat musim dalam setahun, pola musiman terdapat karena sejumlah alasan, yakni berkisar dari cara yang dipilih sebuah perusahaan untuk menangani operasi tertentu, yang disebabkan oleh peristiwa *formejur*. Misalnya naik turunnya curah hujan harian di dalam kurun waktu beberapa tahun mengandung pengaruh musiman.

c. Pola Siklis

Pola siklis terjadi bilamana data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Misalnya pada penjualan produk seperti mobil. Gambar 1 (c). memberikan ilustrasi pola siklis ini sulit diprediksikan, karena tidak berulang dalam interval waktu yang konstan dan panjangnya tidak beragam.

d. Pola *Trend*

Pola trend terjadi ketika terdapat peningkatan atau penurunan, umumnya nilai variabel di sepanjang waktu. Misalnya, kenaikan permintaan yang disebabkan oleh laju kenaikan jumlah penduduk yang tetap besarnya adalah tergolong pengaruh trend, dapat dilihat pada gambar 1 (d).<sup>10</sup>

### C. *Exponential Smoothing*

Untuk keperluan peramalan data runtun waktu seringkali dilakukan dengan metode *exponential smoothing* (pemulusan eksponensial).<sup>11</sup> Pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*) adalah suatu prosedur yang mengulang perhitungan secara terus-menerus dengan menggunakan data terbaru. Metode ini didasarkan pada perhitungan rata-rata (pemulusan) data-data masa lalu secara eksponensial. Setiap data diberi bobot, dimana data yang lebih baru diberi bobot yang lebih besar.

Untuk mendapatkan nilai ramalan dengan menggunakan metode holt-winters, diperlukan nilai *alpha* ( $\alpha$ ), *beta* ( $\beta$ ), dan *gamma* ( $\gamma$ ) yang di optimalkan berdasarkan MAPE yang paling minimum. Nilai *alpha* ( $\alpha$ ), *beta* ( $\beta$ ), dan *gamma*

<sup>10</sup>Spyros. Makridakis, Steven C. Wheelwright. *Op Cit.* hal.64

<sup>11</sup>rer.nat.Dedi Rosadi, “Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan”, (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2012) hal. 119.

( $\gamma$ ) yang optimal tersebut akan ditentukan langsung oleh program aplikasi yang telah dirancang. Selanjutnya setelah didapatkan nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  yang optimal maka akan dilakukan perhitungan nilai MAPE sebagai alat ukur keakuratan peramalannya. Setelah mendapat nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  yang optimal, maka dilakukan perhitungan dan peramalan untuk tiap jenis datanya.<sup>12</sup>

*Exponential Smoothing* adalah metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan yang lebih tua. Terdapat satu atau lebih parameter penulisan yang ditentukan secara eksplisit, dan hasil pilihan ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi. Beberapa keuntungan dari penggunaan metode *Exponential Smoothing* adalah banyak mengurangi masalah penyimpanan data, sehingga tidak perlu lagi menyimpan semua data historis atau sebagian; hanya pengamatan terakhir, ramalan terakhir, dan suatu nilai konstanta yang harus disimpan.<sup>13</sup>

Ada tiga parameter yang perlu penetapan, tergantung dari komponen trend dan variasi musiman:

1.  $\alpha$  merupakan parameter yang mengontrol pembobotan relative pada pengamatan yang baru dilakukan. jika  $\alpha$  bernilai 1 maka hanya pengamatan terbaru yang digunakan secara eksklusif. Sebaliknya bila  $\alpha$

---

<sup>12</sup> Riski Agustian, "APLIKASI PERAMALAN PRODUKSI KELAPA SAWIT DENGAN METODE REGRESI GANDA DAN *EXPONENTIAL SMOOTHING*" Prosiding SNATIF ke-2 Tahun 2015/ISBN:978-602-1180-21-1. Diakses pada tanggal 6 Februari 2017.

<sup>13</sup> Iwa Sungkawa; Ries Tri Megasari, "*PENERAPAN UKURAN KETEPATAN NILAI RAMALAN DATA DERET WAKTU DALAM SELEKSI MODEL PERAMALAN VOLUME PENJUALAN PT SATRIAMANDIRI CITRA MULIA*", ComTech Vol.2 No.2 Desember 2011: 636-645. Diakses pada tanggal 2 September 2016.

bernilai 0 maka pengamatan yang lalu dihitung dengan bobot sepadan dengan terbaru. Parameter alpha digunakan semua model.

2. Beta (  $\beta$  ) merupakan parameter yang mengontrol pembobotan relatif pada pengamatan yang baru dilakukan untuk mengestimasi kemunculan trend seri. Nilai beta berkisar dari 0 sampai 1. Nilai semakin besar menunjukkan pemberian bobot yang semakin besar pada pengamatan terbaru. Parameter beta digunakan pada model yang memiliki komponen trend linier atau eksponensial dengan tidak memiliki variasi musiman.
3. Gamma (  $\gamma$  ) merupakan parameter yang mengontrol pembobotan relative pada pengamatan yang baru dilakukan untuk mengestimasi kemunculan variasi menunjukkan pemberian bobot yang semakin besar pada pengamatan terbaru. Parameter gamma digunakan pada model memiliki variasi musiman.<sup>14</sup>

Dalam bentuk yang mulus, ramalan yang baru (untuk waktu  $t + 1$ ) dapat dianggap sebagai rata-rata yang diberi bobot terhadap data terbaru (pada waktu  $t$ ) dan ramalan yang lama (untuk waktu  $t$ ). Bobot  $\alpha$  diberikan pada data terbaru, dan bobot  $1 - \alpha$  diberikan pada ramalan yang lama, dimana  $0 < \alpha < 1$ . Dengan demikian :

$$\text{Ramalan baru} = \alpha \times (\text{data baru}) + (1 - \alpha) \times (\text{ramalan yang lama})$$

Secara matematis, persamaan pemulusan eksponensial dapat ditulis :

$$= \alpha + (1 - \alpha) \quad (2.1)$$

Dimana:

---

<sup>14</sup>Trihendradi, *Metode peramalan deret waktu exponential smoothing*, (Malang, 2005).h.

= nilai ramalan untuk periode berikutnya

= konstanta pemulusan ( $0 < \alpha < 1$ )

= data baru atau nilai Y yang sebenarnya pada periode

= nilai pemulusan yang lama atau rata-rata yang dimuluskan hingga periode  $t - 1$ .<sup>15</sup>

Prinsip dari metode *Exponential Smoothing* adalah menggunakan nilai pemulusan secara *Exponential* sebagai ramalan nilai masa mendatang. Metode *Exponential Smoothing* secara umum ada tiga macam:

### 1. *Single Exponential Smoothing*

Pola data yang tidak stabil atau perubahannya besar dan bergejolak umumnya menggunakan model pemulusan eksponensial (*Exponential Smoothing Models*). Metode *Single Exponential Smoothing* lebih cocok digunakan untuk meramalkan hal-hal yang fluktuasi secara acak (tidak teratur).<sup>16</sup> Pemulusan *exponential* merupakan metode peramalan rata-rata bergerak dengan pembobotan canggi, namun masih muda digunakan. Metode ini sangat sedikit pencatatan data masa lalu. Rumus pemulusan *exponential* dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$F_t = \alpha Y_t + (1-\alpha) F_{t-1}$$

Dengan:

---

<sup>15</sup> Lincoln Aryad, “*Peramalan Bisnis Edisi Pertama*”, (Yogyakarta : BPFE) hal. 87.

<sup>16</sup> Krisrien Margi S dan Sofian Pedawa W, “*ANALISA DAN PENERAPAN METODE SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING UNTUK PREDIKSI PENJUALAN PADA PERIODE TERTENTU (Studi Kasus : PT. Media Cemara Kreasi)*”, Prosiding SNATIF ke-2 Tahun 2015/ISBN:978-602-1180-21-1. Diakses pada tanggal 6 Februari 2017.

= Ramalan untuk periode ke  $t+1$

= Nilai aktual pada periode  $t$

$\alpha$  = Bobot yang menunjukkan konstanta pemulusan ( $0 < \alpha < 1$ )

= Ramalan untuk periode ke  $t - 1$ .<sup>17</sup>

## 2. *Double Exponential Smoothing*

Pada metode *Double Exponential Smoothing (DES)* dari *holt*, nilai trend dimuluskan dengan parameter yang berbeda dari parameter yang digunakan pada deret asli. Ramalan dari *DES Holt* didapat dengan menggunakan dua konstanta pemulusan (dengan nilai antara 0 dan 1) dan tiga persamaan:

Pemulusan awal

$$= \alpha + (1 - \alpha)( \quad +$$

Pemulusan trend

$$= \gamma ( \quad - \quad ) + (1 - \gamma)$$

Ramalan kedepan

$$= ( \quad + \quad )$$

Dengan:

$X$  = Data observasi

= *Smoothed observation*

= *trend factor*

$t$  = *Time periode index*

---

<sup>17</sup> Sayet Fachrurrazi, S.Si, M.Kom, “PERAMALAN PENJUALAN OBAT MENGGUNAKAN METODE SINGLE EXPONENTIAL SMOOTHING PADA TOKO OBAT BINTANG GEURUGOK”, *Techsi* Vol.6 No1, April 2015. Diakses pada tanggal 6 Februari 2016.

$\alpha, \gamma$  = konstanta yang harus diperkirakan dengan kesalahan minimum  
 = Ramalan untuk  $m$  periode.<sup>18</sup>

### 3. *Holt-Winters*

Metode pemulusan Holt-Winters (Holt-Winters Exponential Smoothing) yang memerlukan tiga parameter penghalus, yakni (untuk “level” dari proses), (untuk pemulusan trend), dan (untuk komponen musiman). Terdapat dua model *Holt-Winters*, yaitu *Multiplicatif seasonal model* (Metode perkalian musiman) dan *additif seasonal model* (Metode penambahan musiman). Metode *Holt-Winters* didasarkan tiga persamaan pemulusan, yaitu untuk unsur level dari data, untuk unsur trend, dan unsur musiman. Persamaan smooting dengan metode ini untuk model perkalian diberikan dengan persamaan adalah :

Pemulusan dari level

$$= \text{---} + (1 - \alpha)(\text{---} + \text{---}) \quad (2.2)$$

Pemulusan Trend

$$= (\text{---} - \text{---}) + (1 - \alpha) \quad (2.3)$$

Pemulusan Musiman

$$= \text{---} + (1 - \gamma) \quad (2.4)$$

---

<sup>18</sup>Teguh Andriyanto, “Sistem Peramalan Harga Emas Antam Menggunakan Double Exponential Smoothing”, Jurnal INTERSIF, Vol.1, Februari 2017. Diakses pada tanggal 6 Februari 2017.



Ramalan

$$= ( \quad + \quad ) \quad (2.5)$$

Untuk model penjumlahan (*additif*), digunakan persamaan *smoothing* yang berbeda dengan model perkalian, yakni digunakan persamaan berikut:

Pemulusan dari level

$$= ( \quad - \quad ) + (1 - \quad)( \quad + \quad ) \quad (2.6)$$

Pemulusan Trend

$$= ( \quad - \quad ) + (1 - \quad) \quad (2.7)$$

Pemulusan Musiman

$$= ( \quad - \quad ) + (1 - \quad) \quad (2.8)$$

Ramalan

$$= \quad + \quad + \quad (2.9)$$

Dengan:

= nilai aktual pada periode

= konstanta pemulusan untuk data ( $0 < \alpha < 1$ )

= konstanta pemulusan untuk trend ( $0 < \beta < 1$ )

= konstanta pemulusan untuk musiman ( $0 < \gamma < 1$ )

= nilai yang dilicinkan untuk serial tanpa faktor musiman

= nilai yang dilicinkan untuk trend

= nilai yang dilicinkan untuk faktor musiman

= panjang musiman (yaitu, jumlah bulan atau kwartal dalam setahun)

= ramalan untuk periode kedepan dari

#### D. Masalah Nilai Awal

Dalam pemulusan eksponensial, nilai awal sangat dibutuhkan, karena peramalan untuk  $t - 1$  belum tersedia. Artinya nilai ramalan belum ada.

Misalnya pada rumus berikut :

$$F_t = \alpha F_{t-1} + (1 - \alpha) (Y_{t-1} + F_{t-1}) \quad (2.10)$$

Dimana  $F_{t-1}$  adalah nilai aktual yang terbaru,  $F_t$  adalah ramalan yang terakhir.

$F_{t-1}$  adalah ramalan untuk satu periode mendatang, dan  $\alpha$  adalah konstanta pemulusan.

Bila  $t = 2$  maka persamaan diatas akan menjadi :

$$F_2 = \alpha F_1 + (1 - \alpha) (Y_1 + F_1) \quad (2.11)$$

Untuk memperoleh nilai  $\hat{y}_t$ , harus diketahui. Nilai  $\hat{y}_t$  adalah sebagai berikut :

$$\hat{y}_t = \alpha \hat{y}_{t-1} + (1 - \alpha) (\hat{y}_{t-1} + \hat{y}_{t-2}) \quad (2.13)$$

Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa  $\hat{y}_t$ , tidak dapat diperoleh. Sehingga perlu dilakukan penentuan awal.<sup>19</sup>

Menurut Dedi Rosadi Metode *Holt-Winters* didasarkan tiga persamaan, yaitu untuk unsur level dari data, untuk unsur trend, dan untuk musiman. Rumus metode pemulusan eksponensial dari *Holt-Winters* dapat digunakan dengan mengambil secara sembarang beberapa nilai awal yang telah diterapkan yaitu :

Untuk model *additif* :

$$\hat{y}_t = - ( \hat{y}_{t-1} + \hat{y}_{t-2} + \dots + \hat{y}_{t-L} ) \quad (2.14)$$

$$\hat{y}_t = - ( \hat{y}_{t-1} + \hat{y}_{t-2} + \dots + \hat{y}_{t-L} ) \quad (2.15)$$

$$\hat{y}_t = \hat{y}_{t-1} - \hat{y}_{t-L}, \quad (2.16)$$

Dimana  $k = 1, 2, \dots, L$  adalah panjang musiman.

Untuk model *multiplicatif*, nilai awal yang digunakan sama dengan *additif* kecuali untuk pemulusan musiman dimana ia menggunakan :

$$\hat{y}_t = \hat{y}_{t-1}^{20} \quad (2.17)$$

---

<sup>19</sup>Evelina Padang, Gim Tarigan, Ujian Sinulingga, "Peramalan Jumlah Penumpang Ketera Api Medan-Rantau Prapat dengan Metode Pemulusan Exponensial Holt-Winters", Sainia Matematika Vol.1, No(2013), pp.161-174. Diakses pada tanggal 2 Mei 2015

### E. Ukuran Kesalahan Peramalan

Ketepatan dari suatu metode peramalan merupakan kesesuaian dari suatu metode yang menunjukkan seberapa jauh model peramalan tersebut mampu meramalkan data actual. Tidak mungkin suatu ramalan benar-benar akurat. Ramalan akan selalu berbeda dengan permintaan aktual. Perbedaan antara nilai ramalan dengan data aktual disebut kesalahan ramalan. Meskipun suatu jumlah kesalahan tidak dapat dielakkan, namun tujuan ramalan adalah agar kesalahan sekecil mungkin. Berikut adalah jenis-jenis cara menghilangkan nilai kesalahan.<sup>21</sup> Model yang memiliki nilai kesalahan hasil peramalan terkecil yang akan dianggap sebagai model yang cocok, dimana nilai kesalahan itu adalah:

#### 1. Nilai simpangan absolut rata-rata (*Mean Absolute Deviation*)

Metode untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolute *Mean Absolute Deviation* (MAD) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolute masing-masing kesalahan). MAD berguna ketika mengukur kesalahan ramalan dalam unit yang sama sebagai deret asli. Adapun diberikan persamaan untuk menghitung MAD yaitu:

$$= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |A_t - F_t|$$

---

<sup>20</sup>Adi Suwandi, Annisa, Andi Kresna Jaya, " *Peramalan Data Time Series dengan Metode Penghalusan Eksponensial Holt- Winter*", Repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/13834/jurnal.pdf?sequence=1. ( 10 september 2015 ).

<sup>21</sup>Lincoln Aryad, "*Peramalan Bisnis Edisi Pertama*", (Yogyakarta : BPFE) hal. 57-59

## 2. Nilai kesalahan absolut rata-rata (*Mean Absolute Percentage Error*)

Metode ini melakukan perhitungan perbedaan antara data asli dan data hasil peramalan. Perbedaan tersebut diabsolutkan, kemudian dihitung ke dalam bentuk persentase terhadap data asli. Hasil persentase tersebut kemudian didapatkan nilai mean-nya. Suatu model mempunyai kinerja sangat bagus jika nilai MAPE berada di bawah 10%, dan mempunyai kinerja bagus jika nilai MAPE berada diantara 10% dan 20%.<sup>22</sup> Adapun diberikan persamaan untuk menghitung MAPE yaitu:

$$= \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \times 100\% .^{23}$$

Dengan:

$Y_t$  = nilai dari runtut waktu periode

$\hat{Y}_t$  = nilai peramalan dari

$n$  = banyak periode

$t$  = 1,2,3,4, ... (Nilai Pengamatan ke- $t$ ).<sup>24</sup>

---

<sup>22</sup> Zainun, N Y., dan Majid, M. Z. A., 2003. *Low Cost House Demand Predictor*. Universitas Teknologi Malaysia

<sup>23</sup> Iwa Sungkawa, Ries Tri Megasari, "Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citramulia", CamTech Vol.2, No. 2 Desember 2011:636-645. Diakses pada tanggal 11 april 2016

<sup>24</sup> Ali Baroroh. *Analisis multivariate Dan Time Series Dengan SPSS 21*. Jakarta: Gramedia, 2013) h. 146

### **BAB III**

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

##### **A. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian terapan.

##### **B. Jenis dan Sumber Data**

Dalam penelitian ini penulis menggunakan data sekunder berupa data bulanan jumlah penumpang Bandara dari Tahun 2011 – 2016. Data tersebut diambil dari PT. Angkasa Pura I Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.

##### **C. Waktu dan Tempat Penelitian**

Waktu yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah pada tanggal 13 April 2016. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.

##### **D. Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $y_t$  yang merupakan nilai dari banyaknya jumlah penumpang untuk setiap periode  $t$ . Berupa data bulanan dari bulan Januari 2011 sampai Desember 2016

##### **E. Definisi Operasional Variabel**

Untuk menghindari kesalahan panafsiran variabel yang ada dalam penelitian ini, perlu didefinisikan setiap variabel yang digunakan. Definisi operasional variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah  $y_t$  yang merupakan

banyaknya jumlah penumpang Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dari bulan Januari 2011 sampai Desember 2016.

#### F. Prosedur penelitian

Adapun proses penelitian untuk memperoleh model *Winters exponential smoothing* terbaik yang dapat digunakan untuk memprediksikan jumlah penumpang di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar, Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. menginput data jumlah penumpang pada PT. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dari Januari 2011 – Desember 2016.
2. Memplot data jumlah penumpang pada PT. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Internasional Sultan Hasanuddin Makassar
3. Mengolah data dengan menggunakan metode pemulusan *eksponential holt-winters*

##### 1) Menentukan nilai awal pemulusan

Nilai awal menggunakan metode *eksponential holt-winters aditif* sama dengan *multiplicatif*.

##### a) Nilai awal untuk pemulusan eksponential

$$= - ( \quad + \quad + \dots + \quad ) \quad (2.14)$$

##### b) Nilai awal untuk pemulusan trend

$$= - ( \text{————} + \text{————} + \dots + \text{————} ) \quad (2.15)$$

c) Nilai awal untuk pemulusan musiman

Model *additif*:

$$= \text{---} - \text{---}, \quad (2.16)$$

Model *multiplicatif*:

$$= \text{---} \cdot \text{---}^1 \quad (2.17)$$

2) Pendugaan parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$

Metode yang digunakan untuk mengetimasi parameter model ialah dengan cara simulasi (*trial and error*), yakni mensimulasi kisaran nilai  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$  pada interval (0 dan 1)

3) Penentuan parameter  $\alpha$ ,  $\beta$ , dan  $\gamma$

Pada penelitian ini, penulis menggunakan  $\alpha = 0,4$ ,  $\beta = 0,1$ , dan  $\gamma = 0,1$ .

4) Menghitung nilai pemulusan eksponential model *multiplicatif*

a) Pemulusan eksponential

$$= \text{---} + (1 - \text{---})(\text{---} + \text{---}) \quad (2.2)$$

b) Pemulusan trend

$$= (\text{---} - \text{---}) + (1 - \text{---}) \quad (2.3)$$

c) Pemulusan musiman

$$= \text{---} + (1 - \text{---}) \quad (2.4)$$

d) Ramalan

$$= (\text{---} + \text{---}) \quad (2.5)$$

---

<sup>1</sup>Adi Suwandi, Annisa, Andi Kresna Jaya, "Peramalan Data Time Series dengan Metode Penghalusan Eksponensial Holt- Winter", Universitas Hasanuddin Makassar: 2015



5) Menghitung nilai pemulusan eksponential model *additif*

a) Pemulusan eksponential

$$= (\alpha - \beta) + (1 - \alpha)(\gamma + \delta) \quad (2.6)$$

b) Pemulusan trend

$$= (\alpha - \beta) + (1 - \alpha) \quad (2.7)$$

c) Pemulusan musiman

$$= (\alpha - \beta) + (1 - \alpha) \quad (2.8)$$

d) Ramalan

$$= \alpha + \beta + \delta \quad (2.9)$$

4. Menghitung *forecast error*, dari perhitungan kesalahan nanti akan diperoleh satu kesalahan dalam peramalan tersebut, semakin kecil kesalahan yang diperoleh maka peramalan (*forecast*) semakin kecil.

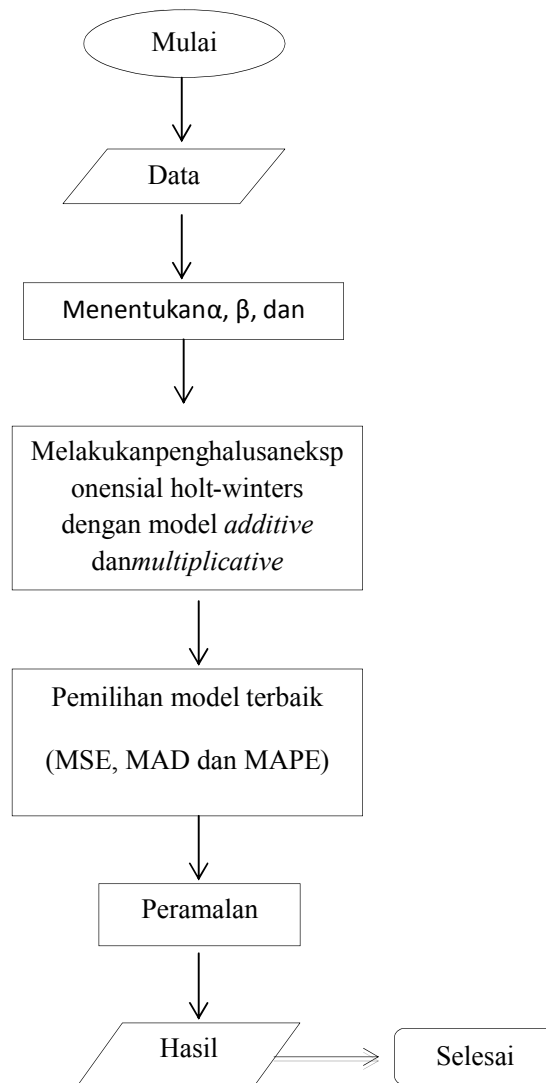
MAD merupakan kriteria untuk mengevaluasi metode peramalan dengan cara menghitung jumlah *absolute deviation* dibagi dengan t terbesar.

$$= \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t |A_i - F_i|$$

MAPE merupakan pengukuran kesalahan yang menghitung ukuran presentase penyimpangan antara data aktual dengan data peramalan.

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right| \times 100\%$$

5. Memilih model terbaik antara model *aditif* dan model *multiplicatif* dilihat dari kesalahan ramalan yang terkecil dengan memperhitungkan nilai perhitungan MAPE dan MAD untuk dua model tersebut.

*Flow Chart*

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan untuk dianalisa dalam tulisan ini adalah Jumlah Penumpang Kedatangan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar pada periode januari 2011 sampai Desember 2016, Seperti yang ditunjukkan pada table 4.1.

Tabel 4.1 Data Jumlah Penumpang di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.

Bulan	Tahun					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Januari	344.921	452.817	523.761	562.988	590.464	544.593
Februari	321.891	398.142	477.941	488.675	489.036	391.776
Maret	389.472	447.419	523.734	606.924	545.901	556.746
April	384.767	429.141	523.449	564.485	498.428	531.881
Mei	400.594	447.584	519.008	614.575	560.893	610.721
Juni	390.913	467.105	559.461	663.623	592.562	576.876
Juli	458.143	507.709	543.280	594.237	502.088	667.795
Agustus	375.115	389.167	538.490	660.678	633.677	656.625
September	446.517	508.510	539.455	600.176	540.811	555.226
Oktober	447.195	493.618	530.214	648.830	596.360	635.934
November	433.313	492.799	561.587	608.084	596.360	619.208
Desember	458.497	512.966	581.349	626.136	613.063	669.569

sumber: PT.Angkasa Pura I Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.

## 2. Pengolahan Data

Plot data aktual penumpang Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dari tahun 2011 – 2016 dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut:



Sumber: Hasil olahan minitab 16.

Gambar 4.1 Plot Data

Pada Gambar 4.1 diatas, dapat dilihat bahwa data jumlah penumpang pesawat pada PT.Angkasa Pura I Sultan Hasanuddin Makassar yang mengalami penurunan sangat pesat pada bulan – bulan tertentu seperti yang terjadi pada bulan Februari Tahun 2011, 2013, 2014, 2015, 2016 dan bulan Agustus 2011, Agustus 2012 dan Juli 2015. Sedangkan jumlah penumpang yang mengalami kenaikan setiap tahun dari plot data terlihat bahwa jumlah penumpang yang lebih banyak terjadi pada pertengahan tahun yaitu bulan Juli 2011, September 2012, Juni 2014 dan bulan Agustus 2015 serta pada akhir tahun yaitu bulan Desember tahun 2011,2012, 2013, dan 2016.

### 3. Pemulusan *Exponential Holt-Winter*

#### 1) Pemulusan *Exponential Holt-Winters* dengan Metode Perkalian Musiman (*Multiplicative Seasonal Method*)

Metode *Multiplicative* adalah metode peramalan yang digunakan untuk data yang mengandung pola *trend* dan musiman. Dalam model *Multiplicative*, langkah pertama untuk mencari ramalan perlu menentukan nilai awal terlebih dahulu. Rumus yang digunakan yaitu:

Untuk nilai Awal dari,

$$= - ( \quad + \quad + \dots + \quad )$$

$$= - ( \text{————} + \text{————} + \dots + \text{————} )$$

$$= \text{—}$$

Sehingga

$$= -(344,921 + 321,891 + 389,472 + 384,767 + 400,594 + 390,913 + 458,143 \\ + 375,115 + 446,517 + 447,195 + 433,313 + 458,497)$$

$$= 404,278$$

$$= \frac{-(344,921 + 321,891 + 389,472 + 384,767 + 400,594 + 390,913 + 458,143 + 375,115 + 446,517 + 447,195 + 433,313 + 458,497)}{1000}$$

$$= 4.830,8$$

$$= \frac{0,85}{1} = 0,85$$

$$= \frac{0,80}{1} = 0,80$$

$$= \frac{0,96}{1} = 0,96$$

$$= \frac{0,95}{1} = 0,95$$

$$= \frac{0,99}{1} = 0,99$$

$$= \frac{0,97}{1} = 0,97$$

$$= \frac{1,13}{1} = 1,13$$

$$= \frac{0,93}{1} = 0,93$$

$$= \frac{1,1}{1} = 1,1$$

$$= \frac{11}{10} = 1,11$$

$$= \frac{107}{100} = 1,07$$

$$= \frac{113}{100} = 1,13$$

maka di peroleh nilai peramalan untuk periode ke-13 yaitu:

$$= ( \quad + \quad )$$

$$= (404.278 + 4.830,8) 0,85$$

$$= 349.042$$

setelah memperoleh nilai awal, maka selanjutnya mencari nilai pemulusan untuk data keseluruhan, *trend* dan musiman. Dengan menggunakan cara *Trial and error*, selanjutnya dapat menduga nilai parameter yang dapat meminimumkan kesalahan. Berdasarkan cara tersebut maka didapat konstanta pemulusan untuk keseluruhan  $\alpha = 0,4$ , konstanta pemulusan untuk *trend*  $\beta = 0,1$ , dan konstanta pemulusan untuk musiman  $\gamma = 0,1$ . Berdasarkan rumus penghalusan *Exponential holt-winters*, maka diperoleh:

$$= \frac{\quad}{\quad} + (1 - \quad)( \quad + \quad )$$

$$= \frac{\quad}{\quad} + (1 - \quad)( \quad + \quad )$$



$$= 0,4 \frac{44.278}{1,04} + (1 - 0,4)(44.278 + 4.830,8)$$

$$= 457762,1555$$

$$= (457762,1555 - 404.278) + (1 - 0,1)$$

$$= (457762,1555 - 404.278) + (1 - 0,1) 4.830,8$$

$$= 0,1 (457762,1555 - 404.278) + (1 - 0,1) 4.830,8$$

$$= 9696,1$$

$$= 457762,1555 + (1 - 0,1) 9696,1$$

$$= \gamma \frac{457762,1555}{1,04} + (1 - \gamma) 457762,1555$$

$$= 0,1 \frac{457762,1555}{1,04} + (1 - 0,1) (0,85)$$

$$= 0,87$$

maka diperoleh nilai peramalan untuk periode ke-14 yaitu:

$$= (457762,1555 + 9696,1) 0,80$$

$$= 372.195$$

$$= \frac{372.195}{1,04} + (1 - 0,1) (372.195 + 4.830,8)$$

$$= \frac{480493,1438}{1,04} + (1 - 0,4)(457762,1555 + 9696,1)$$

$$= 0,4 \frac{480493,1438}{1,04} + (1 - 0,4)(457762,1555 + 9696,1)$$

$$= 480493,1438$$

$$= (480493,1438 - 457762,1555) + (1 - 0,1)9696,1$$

$$= (480493,1438 - 457762,1555) + (1 - 0,1)9696,1$$

$$= 0,1 (480493,1438 - 457762,1555) + (1 - 0,1)9696,1$$

$$= 11.000$$

$$= \frac{480493,1438}{1,04} + (1 - 0,1)9696,1$$

$$= \gamma \frac{480493,1438}{1,04} + (1 - \gamma)9696,1$$

$$= 0,1 \frac{480493,1438}{1,04} + (1 - 0,1) (0,80)$$

$$= 0,80$$

maka di peroleh nilai peramalan untuk periode ke-15 yaitu:

$$= (480493,1438 + 11.000) 0,96$$

$$= (480493,1438 + 11.000) 0,96$$

$$= 372.195$$

Proses ini terus diulangi sampai periode ke-72, sehingga semua data yang telah diramalkan dengan menggunakan penghalusan eksponensial sampai diperoleh  $\hat{y}_{t+1}$ ,  $\hat{y}_{t+2}$ , dan  $\hat{y}_{t+3}$  (Dapat Dilihat Pada Lampiran 1) dari hasil peramalan yang di peroleh terlihat bahwa jumlah penumpang terbesar terjadi pada bulan Juli untuk Tahun 2012 dan bulan September untuk Tahun 2013-2016, Sedangkan jumlah penumpang terendah terjadi pada bulan Januari untuk Tahun 2012-2014 dan pada bulan Februari untuk Tahun 2015-2016.

## 2) Pemulusan *Exponential Holt-Winters* dengan Metode Penambahan Musiman (*Additive Seasonal Method*)

Metode *Additive* sama kegunaannya dengan metode *Multiplicative* yaitu untuk meramalkan data yang mengandung pola *trend* dan musiman. Sama halnya dengan model *Multiplicative*, metode ini juga di perlukan pencarian nilai awal terlebih dahulu. Rumus yang digunakan yaitu:

Untuk nilai Awal dari,

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{I} (y_1 + y_2 + \dots + y_I) \\
 &= \frac{1}{I} \left( \frac{y_1 + y_2}{2} + \dots + \frac{y_{I-1} + y_I}{2} \right) \\
 &= \dots
 \end{aligned}$$

Sehingga

$$= \frac{1}{12} (344.921 + 321.891 + 389.472 + 384.767 + 400.594 + 390.913 + 458.143 + 375.115 + 446.517 + 447.195 + 433.313 + 458.497)$$

$$= 404.278$$

$$= \frac{1}{12} \frac{452.817 - 344.921}{12} - \frac{398.142 - 321.891}{12} - \frac{447.419 - 389.472}{12} \dots, (512.966 - 458.497)$$

$$= 4.830,8$$

$$= - ,$$

$$_1 = 344.921 - 404.278 = -59.357$$

$$_2 = 321.891 - 404.278 = -82.387$$

$$_3 = 389.472 - 404.278 = -14.806$$

$$= 384.767 - 404.278 = -19.511$$

$$= 400.594 - 404.278 = -3.684$$

$$= 390.913 - 404.278 = -13.365$$

$$= 458.143 - 404.278 = 53.865$$

$$= 375.115 - 404.278 = -29.163$$

$$= 446.517 - 404.278 = 42.239$$

$$= 447.195 - 404.278 = 42.917$$

$$= 433.313 - 404.278 = 29.035$$

$$_{12} = 458.497 - 404.278 = 54.219$$

maka diperoleh nilai peramalan untuk periode ke-13 yaitu:

$$= \quad + \quad +$$

$$_{13} = 404.278 + 4.830,8 + (-59.357)$$

$$= 172.124$$

setelah memperoleh nilai awal, maka selanjutnya mencari nilai pemulusan untuk data keseluruhan, *trend* dan musiman, Dengan menggunakan cara *Trial and error*, selanjutnya dapat menduga nilai parameter yang dapat meminimumkan kesalahan. Berdasarkan cara tersebut maka didapat konstanta pemulusan untuk keseluruhan  $\alpha = 0,4$ , konstanta pemulusan untuk *trend*  $\beta = 0,1$ , dan konstanta pemulusan untuk musiman  $\gamma = 0,1$ . Berdasarkan rumus penghalusan *Exponential holt-winters*, maka diperoleh:

$$= ( \quad - \quad ) + (1 - \quad )( \quad _1 + \quad _1 )$$

$$= ( \quad _{13} - \quad _1 ) + (1 - \quad )( \quad + \quad )$$

$$_{13} = 0,4 (452.817 - (-59.357)) + (1-0,4) (404.278 + 4.830,8)$$

$$= 450335,063$$

$$= (I_2 - I_1) + (I - I_1) I_1$$

$$I_3 = (I_3 - I_2) + (I - I_2) I_2$$

$$= 0,1 (450335,063 - 404.278) + (1-0,1) 4.830,8$$

$$= 8953,4$$

$$= (I_3 - I_2) + (I - I_3) I_3$$

$$I_4 = (I_4 - I_3) + (I - I_3) I_3$$

$$= 0,1 (452,817 - 450335,063) + (1-0,1) (-59,357)$$

$$= -53,173$$

maka diperoleh nilai peramalan untuk periode ke-14 yaitu:

$$I_4 = I_3 + I_3 + I_2$$

$$I_4 = 450335,063 + 8953,4 + (-82,387)$$

$$= 376.901$$

$$= (I_4 - I_2) + (I - I_2) (I_1 + I_1)$$

$$= (I_4 - I_2) + (I - I_2) (I_3 + I_3)$$

$$I_4 = 0,4 (398.142 - (-82.387)) + (1-0,4) (450335,063 + 8953,4)$$

$$= 467784,764$$

$$= (I - \alpha_1) + (I - \alpha_1) \alpha_1$$

$$I_1 = (I_1 - I_1) + (I - \alpha_1)$$

$$= 0,1 (467784,764 - 450335,063) + (1- 0,1) 8953,4$$

$$= 9803,1$$

$$= (I - \alpha_1) + (I - \alpha_1)$$

$$I_1 = (I_1 - \alpha_3) + (I - \alpha_1)$$

$$= 0,1 (398,142 - 467784,764) + (1-0,1) -82,387$$

$$= -81,113$$

maka diperoleh nilai peramalan untuk periode ke-15 yaitu:

$$I_{15} = I_{14} + I_{14} + \alpha_3$$

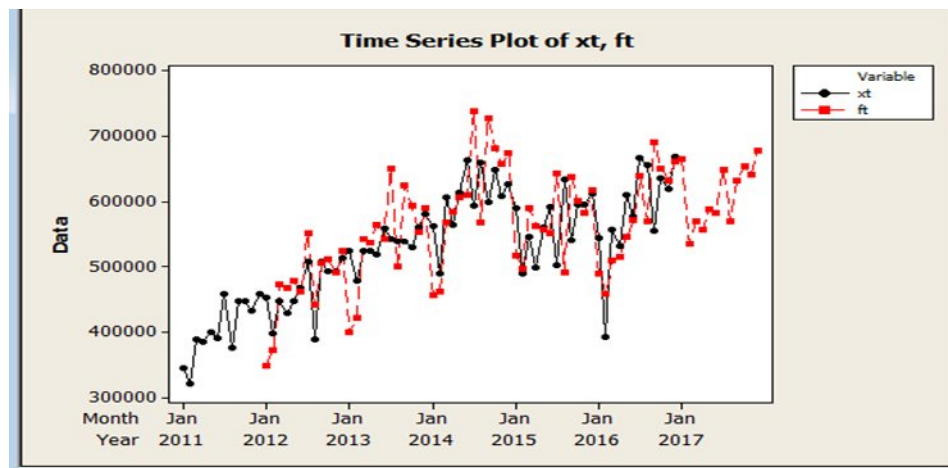
$$I_{15} = 467784,764 + 9803,1 + (-14,806)$$

$$= 462.782$$

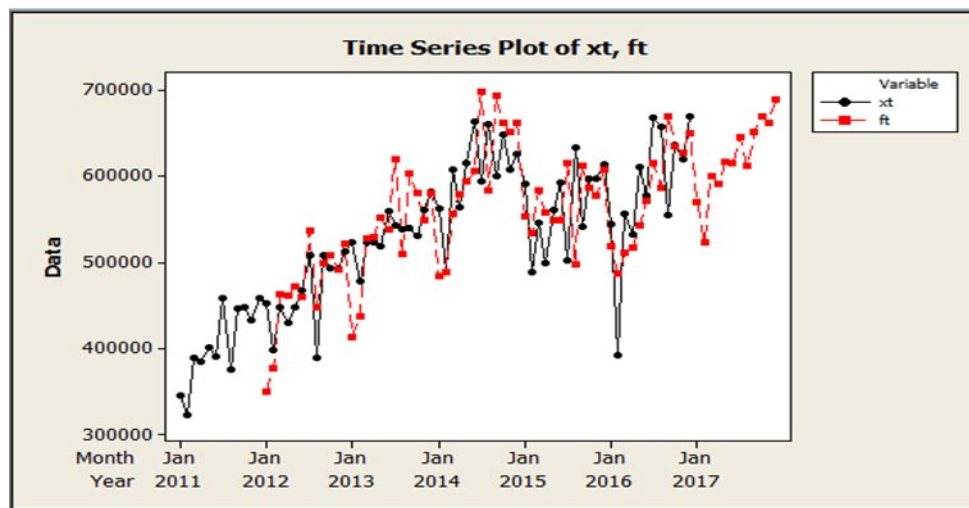
Proses ini terus diulangi sampai periode ke-72, sehingga semua data yang telah diramalkan dengan menggunakan penghalusan eksponensial sampai diperoleh  $I_{72}$ ,  $\alpha_{72}$ ,  $\alpha_2$  dan  $\alpha_3$  ( Dapat dilihat Pada Lampiran 2) dari hasil peramalan yang di peroleh terlihat bahwa jumlah penumpang terbesar terjadi pada bulan Juli untuk Tahun 2012 bulan Juni untuk Tahun 2013, bulan September untuk Tahun 2014 dan Tahun 2016 dan pada bulan Desember untuk Tahun 2015, Sedangkan jumlah

penumpang terendah terjadi pada bulan Januari untuk Tahun 2012-2014 dan pada bulan Februari untuk Tahun 2015-2016.

Setelah Meramalkan data dengan model *multiplicatif* dan dan model *additif* maka hasil peramalan diplot dan dibandingkan terhadap data aktual maka diperoleh plot sebagai berikut:



Gambar 4.2 Plot hasil penghalusan eksponensial dengan model *Multiplicatif*



Gambar 4.3 Plot hasil penghalusan eksponensial dengan model *additif*



#### 4. *Forecast Error*

Setelah dilakukan perhitungan pemulusan *Exponential Holt-Winters*, langkah selanjutnya adalah menghitung *forecast error* atau kesalahan ramalan. *Forecast error* dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

##### a. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

MAD dihitung dari rata-rata nilai mutlak error hasil peramalan, maka diperoleh:

$$1. \text{ MAD} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \text{ untuk model multipicatif}$$

$$= \sum_{t=1}^{72} \frac{|13 \cdot 13| + |14 \cdot 14| + \dots + |7 \cdot 7|}{60}$$

$$= \sum_{t=1}^{72} \frac{|13| + |14| + \dots + |7|}{60}$$

$$= 47833,117$$

$$2. \text{ MAD} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t| \text{ untuk model aditif}$$

$$= \sum_{t=1}^n \frac{|13| + |14| + \dots + |7|}{60}$$

$$= \sum_{t=1}^n \frac{|13| + |14| + \dots + |7|}{60}$$

$$= 41204,18$$

### 3. Mean Absolute Percentage Error

Metode ini melakukan perhitungan perbedaan antara data asli dan data hasil peramalan, Perbedaan tersebut diabsolutkan, kemudian dihitung kedalam bentuk persentase terhadap data asli lalu dihitung nilai rata-ratanya, maka dioperoleh:

$$1. \quad = -\sum \left| \frac{\text{---}}{\text{---}} \right| \times 100\% \text{ untuk model multiplikatif}$$

$$MAPE = \sum_{13}^{72} \frac{\left| \frac{13}{13} \times 100 - \frac{14}{14} \times 100 \dots \frac{7}{73} \times 100 \right|}{60}$$

$$MAPE = \sum \frac{\left| \frac{\text{---}}{\text{---}} \times \frac{\text{---}}{\text{---}} \times \dots \frac{\text{---}}{\text{---}} \times \right|}{\text{---}}$$

$$= 8,833158$$

$$2. \quad = -\sum \left| \frac{\text{---}}{\text{---}} \right| \times 100\% \text{ untuk model aditif}$$

$$MAPE = \sum \frac{\left| \frac{\text{---}}{\text{---}} \times \frac{\text{---}}{\text{---}} \times \dots \frac{\text{---}}{\text{---}} \times \right|}{\text{---}}$$

$$MAPE = \sum \frac{\left| \frac{\text{---}}{\text{---}} \times \frac{\text{---}}{\text{---}} \times \dots \frac{\text{---}}{\text{---}} \times \right|}{\text{---}}$$

$$= 7,62182$$

### 5. Hasil Peramalan

Dari nilai MAD dan MAPE yang diperoleh terlihat bahwa model *additif* memiliki error yang lebih kecil dibandingkan model *multiplicatif* untuk data penumpang Bandara Sultan Hasanuddin Makassar sehingga untuk menghitung hasil peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus  $F_t = (F_{t-1} + \Delta)$  untuk model *multiplicatif* dan rumus  $F_t = F_{t-1} + \Delta$  untuk model *additif* (dapat dilihat pada Lampiran 3), sehingga data hasil peramalan diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Peramalan Model *Additif* dan Model *Multiplicatif*

Tahun	Periode (t)	Ft	
		<i>Additif</i>	<i>Multiplicatif</i>
2017	73	570.057	535.149
	74	523.476	473.591
	75	600.632	570.619
	76	590.357	557.229
	77	617.137	588.559
	78	615.579	583.060
	79	645.630	649.344
	80	611.848	570.996
	81	650.704	633.358
	82	669.935	653.748
	83	661.451	640.961
	84	689.296	677.391

Sumber: Hasil olahan manual

## **B. Pembahasan**

Berdasarkan data yang diperoleh dari PT Angkasara Pura I Sultan Hasanuddin Makassar, menunjukkan bahwa keadaan jumlah penumpang mengalami peningkatan dari tahun ketahun, Hal ini dapat dilihat dari data 2011 sampai 2016, Tetapi kenaikan yang signifikan tersebut hanya terjadi pada waktu tertentu, biasanya pada hari raya dan akhir tahun.

Peningkatan jumlah penumpang PT Angkasa Pura I Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar ini terjadi disebabkan oleh semakin meningkatnya minat masyarakat dalam menggunakan transportasi udara, Peningkatan jumlah penumpang Bandara setiap tahun ini juga disebabkan oleh banyaknya berdiri perusahaan penerbangan yang bersaing dalam memberikan pelayanan terbaik kepada penumpang, Adanya pelayanan terbaik yang diberikan oleh perusahaan-perusahaan penerbangan ini semakin meningkatkan minat masyarakat dalam menggunakan transportasi udara dalam melakukan perjalanan.

Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui bahwa jumlah penumpang Bandara yang tertinggi adalah 669.569 orang pada bulan Desember 2016 dan terendah terjadi pada bulan Februari 2011 yaitu 321.891 orang.

Berdasarkan Gambar 4.2 dan 4.3 menunjukkan bahwa hasil plot data aktual dan data ramalan cenderung sama. Kecuali pada data Januari dan Februari 2013 hasil ramalan menyimpang dari data aktual.

Pada tahun 2017 data penumpang di ramalkan dengan menggunakan dua model, model *multiplicatif* dan model *additif*. Dari kedua model tersebut diperoleh hasil peramalan yang hamper sama yakni jumlah penumpang cenderung meningkat, Namun berdasarkan nilai error dari kedua model tersebut, model *additif* lebih akurat dalam meramalkan jumlah penumpang pada PT Angkasapura I Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dari bulan Januari 2011 sampai bulan Desember 2016 karena nilai errornya cenderung lebih kecil dibandingkan dengan model *multiplicatif*.

Prediksi atau ramalan untuk bulan Januari sampai Desember 2017 pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa hasil ramalan yang diperoleh untuk model *additif* dan *multiplicatif* pada metode holt-winters adalah mengalami penurunan jumlah penumpang pada bulan Januari sampai bulan September 2017, sehingga agak menyimpang dari data yang sebenarnya, dan pada bulan Oktober sampai Desember 2017 mengalami kenaikan jumlah penumpang, sehingga lebih cenderung mendekati data yang sebenarnya.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan bahwa, penghalusan eksponentian dengan model *multiplicative* di peroleh dari persamaan:

$$= 0,4 \frac{Y_t}{Y_{t-1}} + (1 - 0,4)(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} + \frac{Y_{t-1}}{Y_{t-2}})$$

$$= 0,1 (\frac{Y_t}{Y_{t-1}} - \frac{Y_{t-1}}{Y_{t-2}}) + (1 - 0,1)$$

$$= 0,1 \frac{Y_t}{Y_{t-1}} + (1 - 0,1)$$

Sedangkan untuk model *additive* yaitu:

$$= 0,4 (\frac{Y_t}{Y_{t-1}} - \frac{Y_{t-1}}{Y_{t-2}}) + (1 - 0,4)(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} + \frac{Y_{t-1}}{Y_{t-2}})$$

$$= 0,1 (\frac{Y_t}{Y_{t-1}} - \frac{Y_{t-1}}{Y_{t-2}}) + (1 - 0,1)$$

$$= 0,1 (\frac{Y_t}{Y_{t-1}} - \frac{Y_{t-1}}{Y_{t-2}}) + (1 - 0,1)$$

#### Saran

Sesuai dengan hasil penelitian, penulis menggunakan metode *Holt Winters Exponential Smoothing* untuk meramalkan jumlah penumpang pada PT. Angkasa Pura I (Persero) Sultan Hasanuddin Makassar. Oleh karena itu, pembaca

diharapkan dapat menggunakan metode lain misalnya *Double Seasonal Holt Winters* untuk peramalan. Sehingga pembaca dapat mengetahui metode mana yang paling baik dan tepat untuk digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aswi & Sukarna, “ *Analisis Deret Waktu*”, (Makassar: Andira Publisher)
- Baroroh Ali. *Analisis multivariate Dan Time Series Dengan SPSS 21*. Jakarta: Gramedia,2013) h. 146
- Dedi Rosadi, “*Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan*”, (Yogyakarta: CV Andi Offset, 2012)
- Evelina Padang, GimTarigan, UjianSinulingga, “*Peramalan Jumlah Penumpang Ketera Api Medan-Rantau Praparart dengan Metode Pemulusan Exponensial Holt-Winters*”, Sainia Matematika Vol.1, No (2013), pp.161-174. Diakses pada tanggal 2 Mei 2015.
- Iwa Sungkawa, Ries Tri Megasari, "*Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satria mandiri Citra mulia*", CamTech Vol.2, No. 2 Desember 2011:636-645. Diakses pada tanggal 11 april 2016
- Lajnah Pentasbih Mushaf Al-Qur'an Departemen Agama RI, ter. Yayasan Penyelenggara Penterjemah / Pentafsir Al-Qur'an dan terjemahannya, (Bandung, CV Penertbit J-ART, 2005)
- Lincoln Aryad, “*Peramalan Bisnis Edisi Pertama*”, (Yogyakarta : BPFE) hal. 87. 2015 ).
- Shihab, M.Quraish, "*TAFSIR AL-MISHBAH : Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Quran*", (Jakarta: Lentera Hati,2002)
- Spyros. Makridakis, Steven C. Wheelwright. *Op Cit.* hal.64
- Suwandi Adi, Annisa, Andi Kresna Jaya, " *Peramalan Data Time Series dengan Metode Penghalusan Eksponensial Holt- Winter*", Universitas Hasanuddin Makassar:2015
- Untung SusAndriyanto, & Ir. Abdul Basith, M.Sc, “*Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua Jilid I*”, (Jakarta :Penerbit Erlangga,1991) hal.3.
- Suhartono, “*Time Series Analysis*”, (Surabaya: BPFE Surabaya,2003) hal.3.
- Pengestu Subagyo, “ *Forecasting Konsep dan Aplikasi*”, (Yogyakarta: BPFE Yogyakarta, 1986)
- Zainun, N Y., dan Majid, M. Z. A., *Low Cost House Demand Predictor*. (Universitas Teknologi Malaysia, 2003).
- Zanzawi Soejoeti,Ph.D,”*AnalisisRuntunWaktu*”, (Jakarta: Karunika,1987)



**L**

**A**

**M**

**P**

**I**

**R**

**A**

**N**



Lampiran 1. Penghalusan Eksponensial *Holt-Winters* dengan Model *Multiplicative*

Tahun	Periode	X <sub>t</sub>	$S_t$	$b_t$	$l_t$	F(t+m)
2011	1	344,921	-	-	0.85	-
	2	321,891	-	-	0.8	-
	3	389,472	-	-	0.96	-
	4	384,767	-	-	0.95	-
	5	400,594	-	-	0.99	-
	6	390,913	-	-	0.97	-
	7	458,143	-	-	1.13	-
	8	375,115	-	-	0.93	-
	9	446,517	-	-	1.1	-
	10	447,195	-	-	1.11	-
	11	433,313	-	-	1.07	-
	12	458,497	404,278	4830.83	1.13	-
2012	13	452,817	457762.1555	9696.14	0.87	349043
	14	398,142	480493.1438	10999.6	0.8	372196
	15	447,419	480666.8945	9917.04	0.96	473492
	16	429,141	474711.2923	8329.78	0.95	466908
	17	447,584	470504.7696	7076.15	0.99	478639
	18	467,105	479778.6059	7295.91	0.97	461792
	19	507,709	471451.3476	5733.6	1.13	551971
	20	389,167	454080.0205	3423.1	0.92	442763
	21	508,510	458664.6198	3539.25	1.1	505303
	22	493,618	455820.7246	2900.94	1.1	511270
	23	492,799	459144.2831	2943.2	1.07	491667
	24	512,966	458174.8993	2551.94	1.13	524059
2013	25	523,761	518140.5164	8293.31	0.88	399349
	26	477,941	554994.7119	11149.4	0.81	420858
	27	523,734	557881.3225	10323.1	0.96	543567
	28	523,449	562028.6534	9705.54	0.95	538070
	29	519,008	553393.7022	7871.49	0.98	564260
	30	559,461	568035.7108	8548.54	0.97	543083
	31	543,280	538670.6924	4757.19	1.12	650159
	32	538,490	559984.0405	6412.8	0.92	500378
	33	539,455	535133.7553	3286.49	1.1	625811
	34	530,214	515187.7077	963.24	1.1	594326

	Periode	$X_t$	$S_t$	$b_t$	$I_t$	$F(t+m)$
	35	561,587	519244.4208	1272.59	1.07	553297
	36	581,349	517614.1836	982.305	1.13	589569
2014	37	562,988	566717.0519	5794.36	0.89	456980
	38	488,675	586139.0114	7157.12	0.81	461228
	39	606,924	609393.6469	8766.87	0.96	568371
	40	564,485	609729.6537	7923.79	0.94	584411
	41	614,575	620922.8792	8250.73	0.98	606548
	42	663,623	651350.8734	10468.5	0.97	609880
	43	594,237	610137.1778	5300.24	1.1	738391
	44	660,678	655002.6737	9256.77	0.93	569197
	45	600,176	617754.6476	4606.29	1.08	727508
	46	648,830	610136.6707	3383.86	1.09	682336
	47	608,084	594813.7421	1513.18	1.07	658261
	48	626,136	579102.8728	-209.22	1.13	674867
2015	49	590,464	611996.7352	3101.09	0.9	516610
	50	489,036	611026.2425	2693.93	0.81	497265
	51	545,901	595268.8358	848.794	0.96	590267
	52	498,428	568993.5352	-1863.6	0.94	562403
	53	560,893	568562.5261	-1720.4	0.98	557373
	54	592,562	583385.9158	-65.98	0.98	552266
	55	502,088	532316.9205	-5166.3	1.09	642541
	56	633,677	587891.8941	907.844	0.95	491961
	57	540,811	553053.124	-2666.8	1.07	637582
	58	596,360	548464.5135	-2859	1.09	601612
	59	596,360	550747.6873	-2344.8	1.07	582632
	60	613,063	546698.8877	-2515.2	1.13	617863
2016	61	544,593	568645.6773	-68.985	0.91	489575
	62	391,776	535184.7486	-3408.2	0.8	459196
	63	556,746	551694.6479	-1416.4	0.96	509076
	64	531,881	557297.396	-714.46	0.94	515444
	65	610,721	582420.5212	1869.3	0.99	547214
	66	576,876	586411.3176	2081.45	0.98	571687
	67	667,795	599130.3855	3145.21	1.09	638922
	68	656,625	638507.4873	6768.4	0.96	570782
	69	555,226	594271.5997	1667.97	1.06	691962
	70	635,934	590400.6089	1114.07	1.09	651062
	71	619,208	586527.2027	615.327	1.07	632542

	72	669,569	590115.3086	912.605	1.13	661200
2017	73	<b>PERAMALAN</b>				665575
	74					535976
	75					570619
	76					557229
	77					588559
	78					583060
	79					649344
	80					570996
	81					633358
	82					653748
	83					640961
	84					677391

Lampiran 2. Penghalusan Eksponensial *Holt-Winters* dengan Model *Additive*

Tahun	periode	Xt	$S_t$	$b_t$	$I_t$	F(t+m)
2011	1	344,921	-	-	-59,357	-
	2	321,891	-	-	-82,387	-
	3	389,472	-	-	-14,806	-
	4	384,767	-	-	-19,511	-
	5	400,594	-	-	-3,684	-
	6	390,913	-	-	-13,365	-
	7	458,143	-	-	53,865	-
	8	375,115	-	-	-29,163	-
	9	446,517	-	-	42,239	-
	10	447,195	-	-	42,917	-
	11	433,313	-	-	29,035	-
	12	458,497	404,278	4830.83	54,219	-
2012	13	452,817	450335.063	8953.43	-53,173	349,752
	14	398,142	467784.764	9803.06	-81,113	376,901
	15	447,419	471442.761	9188.55	-15,728	462,782
	16	429,141	467839.656	7909.39	-21,430	461,120
	17	447,584	465956.693	6930.15	-5,153	472,065
	18	467,105	475920.174	7233.49	-12,910	459,522
	19	507,709	471429.863	6061.11	52,106	537,018
	20	389,167	453826.648	3694.67	-32,713	448,328
	21	508,510	461021.26	4044.67	42,764	499,760
	22	493,618	459320.023	3470.08	42,055	507,983
	23	492,799	463179.727	3509.04	29,093	491,825
	24	512,966	463512.127	3191.38	53,742	520,908
2013	25	523,761	510795.804	7600.61	-46,559	413,530
	26	477,941	534659.337	9226.9	-78,673	437,284
	27	523,734	542116.512	9049.93	-15,993	528,158
	28	523,449	548651.429	8798.43	-21,807	529,737
	29	519,008	544134.32	7466.87	-7,150	552,297
	30	559,461	559909.182	8297.67	-11,664	538,691
	31	543,280	537393.607	5216.35	47,484	620,313
	32	538,490	554047.098	6360.06	-30,997	509,897
	33	539,455	534920.765	3811.42	38,941	603,171
	34	530,214	518502.933	1788.5	39,021	580,787

	Periode	$X_t$	$S_t$	$b_t$	$I_t$	$F(t+m)$
	35	561,587	525172.347	2276.59	29,825	549,385
	36	581,349	527512.026	2282.9	53,752	581,191
2014	37	562,988	561695.918	5473	-41,774	483,236
	38	488,675	567240.664	5480.17	-78,663	488,496
	39	606,924	592799.455	7488.03	-12,982	556,727
	40	564,485	594689.36	6928.22	-22,647	578,480
	41	614,575	609660.688	7732.53	-5,944	594,467
	42	663,623	640550.719	10048.3	-8,190	605,729
	43	594,237	609060.49	5894.43	41,254	698,083
	44	660,678	645643.049	8963.24	-26,394	583,958
	45	600,176	617257.829	5228.4	33,339	693,547
	46	648,830	617415.512	4721.33	38,260	661,507
	47	608,084	604585.536	2966.2	27,193	651,962
	48	626,136	593484.719	1559.49	51,642	661,304
2015	49	590,464	609921.832	3047.26	-39,543	553,270
	50	489,036	594860.863	1236.43	-81,379	534,307
	51	545,901	581211.415	-252.15	-15,214	583,116
	52	498,428	557005.51	-2647.5	-26,240	558,312
	53	560,893	559349.542	-2148.4	-5,195	548,414
	54	592,562	574621.638	-406.33	-5,577	549,011
	55	502,088	528862.987	-4941.6	34,451	615,469
	56	633,677	578381.266	504.425	-18,225	497,527
	57	540,811	550320.376	-2352.1	29,054	612,224
	58	596,360	552020.981	-1946.8	38,868	586,228
	59	596,360	557711.399	-1183.1	28,338	577,267
	60	613,063	558485.474	-987.39	51,935	608,170
2016	61	544,593	568153.097	78.1098	-37,944	517,955
	62	391,776	530200.627	-3724.9	-87,083	486,852
	63	556,746	544669.597	-1905.6	-12,485	511,261
	64	531,881	548906.804	-1291.3	-25,319	516,524
	65	610,721	574935.774	1440.74	-1,097	542,420
	66	576,876	578807.221	1683.82	-5,213	570,799
	67	667,795	601632.361	3797.95	37,622	614,942
	68	656,625	633198.204	6574.74	-14,060	587,205
	69	555,226	594332.646	2030.71	22,238	668,827
	70	635,934	596644.468	2058.82	38,910	635,231
	71	619,208	595569.849	1745.48	27,868	627,042

	72	669,569	605442.664	2558.21	53,154	649,251
2017	73	<b>PERAMALAN</b>				570,057
	74					523,476
	75					600,632
	76					590,357
	77					617,137
	78					615,579
	79					645,630
	80					611,848
	81					650,704
	82					669,935
	83					661,451
	84					689,296





# TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No, 36, Romang Polong, Gowa, Telp:(0411) 8221400

## SURAT KETERANGAN

### VALIDASI PENILAIAN KELAYAKAN DAN SUBSTANSI PROGRAM

No : / Val / M / 358\_2017

Yang bertanda tangan di bawah ini Tim Validasi penilaian kelayakan dan substansi program mahasiswa Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar menerangkan bahwa karya ilmiah Mahasiswa/ Instansi terkait :

Nama : Fauzia Lamusa

Nim : 60600111017

Judul Karya ilmiah :

**“Peramalan Jumlah Penumpang Pada PT. Angkasa Pura I (Persero) Kantor Cabang Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dengan Menggunakan Metode *Holt-Winters Exponential Smoothing*”**

Berdasarkan hasil penelitian kelayakan dan substansi program mahasiswa bersangkutan dengan ini dinyatakan **Valid**,

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya,

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R  
Makassar, 2017  
Kepala TIM Validasi  
Program Studi Matematika

**Adnan Sauddin, S.Pd., M.Si**



# **TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA**

**Fakultas Sains dan Teknologi**

**Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar**

**Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No, 36, Romang Polong, Gowa, Telp:(0411) 8221400**

---

## **Input**

1. Program mencari model dan prediksi peramalan penumpang di Bandara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dengan metode Holt Winters Exponential Smoothing

344921  
321891  
389472  
384767  
400594  
390913  
458143  
375115  
446517  
447195  
433313  
458497  
452817  
398142  
447419  
429141  
447584  
467105  
507709  
389167  
508510  
493618  
492799  
512966  
523761  
477941  
523734  
523449  
519008  
559461  
543280  
538490  
539455  
530214



# **TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA**

**Fakultas Sains dan Teknologi**

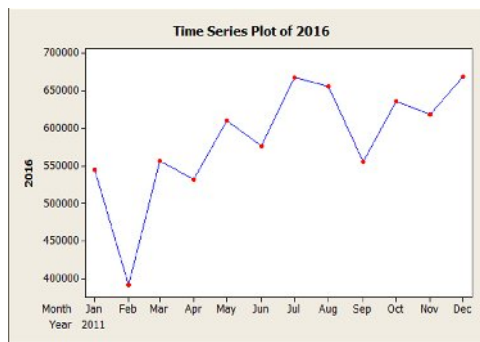
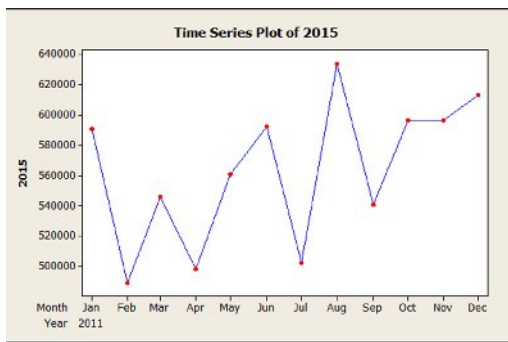
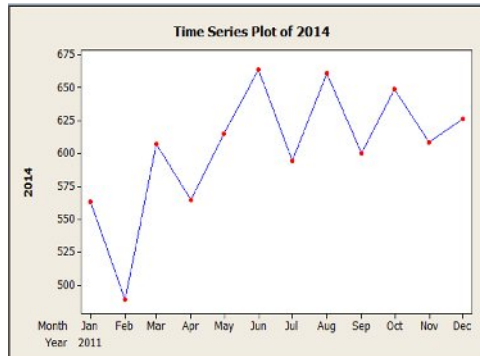
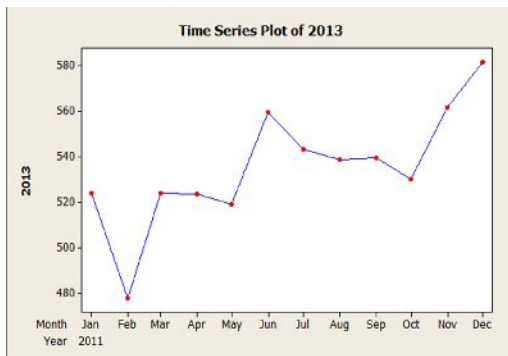
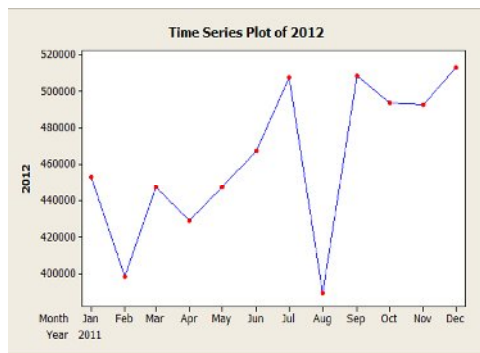
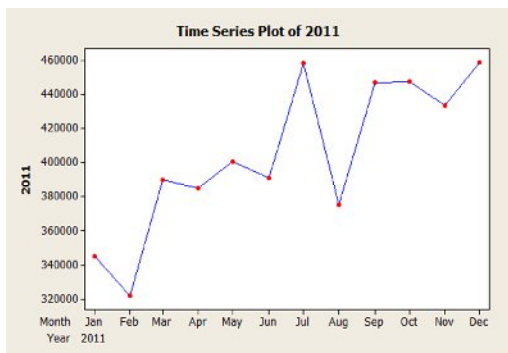
**Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar**

**Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No, 36, Romang Polong, Gowa, Telp:(0411) 8221400**

---

561587  
581349  
562988  
488675  
606924  
564485  
614575  
663623  
594237  
660678  
600176  
648830  
608084  
626136  
590464  
489036  
545901  
498428  
560893  
592562  
502088  
633677  
540811  
596360  
596360  
613063  
544593  
391776  
556746  
531881  
610721  
576876  
667795  
656625  
555226  
635934  
619208  
669569

## 2. Output



Sumber: Hasil olahan minitab 16.



# TIM VALIDASI PROGRAM STUDI MATEMATIKA

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No, 36, Romang Polong, Gowa, Telp:(0411) 8221400

## 3. Pendugaan Parameter $\alpha$ , $\beta$ , dan $\gamma$ untuk model multiplikatif

### Winters' Method for Penumpang

Multiplicative Method

Data Penumpang  
Length 72

Smoothing Constants

Alpha (level) 0.4  
Gamma (trend) 0.1  
Delta (seasonal) 0.1

Accuracy Measures

MAPE 6  
MAD 30794  
MSD 1559894484

### Winters' Method Plot for Penumpang

### Winters' Method for Penumpang

Multiplicative Method

Data Penumpang  
Length 72

Smoothing Constants

Alpha (level) 0.1  
Gamma (trend) 0.1  
Delta (seasonal) 0.1

Accuracy Measures

MAPE 7  
MAD 35532  
MSD 2025601120

#### Winters' Method for Penumpang

Multiplicative Method

Data Penumpang  
Length 72

Smoothing Constants

Alpha (level) 0.2  
Gamma (trend) 0.2  
Delta (seasonal) 0.2

Accuracy Measures

MAPE 7  
MAD 33883  
MSD 1818100752

#### Winters' Method Plot for Penumpang

#### 4. Pendugaan Parameter $\alpha$ , $\beta$ , dan $\gamma$ untuk model aditif

#### Winters' Method for Penumpang

Additive Method

Data Penumpang  
Length 72

Smoothing Constants

Alpha (level) 0.4  
Gamma (trend) 0.1  
Delta (seasonal) 0.1

Accuracy Measures

MAPE 6  
MAD 30417  
MSD 1528446110

#### Winters' Method for Penumpang

##### Additive Method

|  
Data Penumpang  
Length 72

##### Smoothing Constants

Alpha (level) 0.1  
Gamma (trend) 0.1  
Delta (seasonal) 0.1

##### Accuracy Measures

MAPE 7  
MAD 34509  
MSD 2030700118

#### Winters' Method for Penumpang

##### Additive Method

|  
Data Penumpang  
Length 72

##### Smoothing Constants

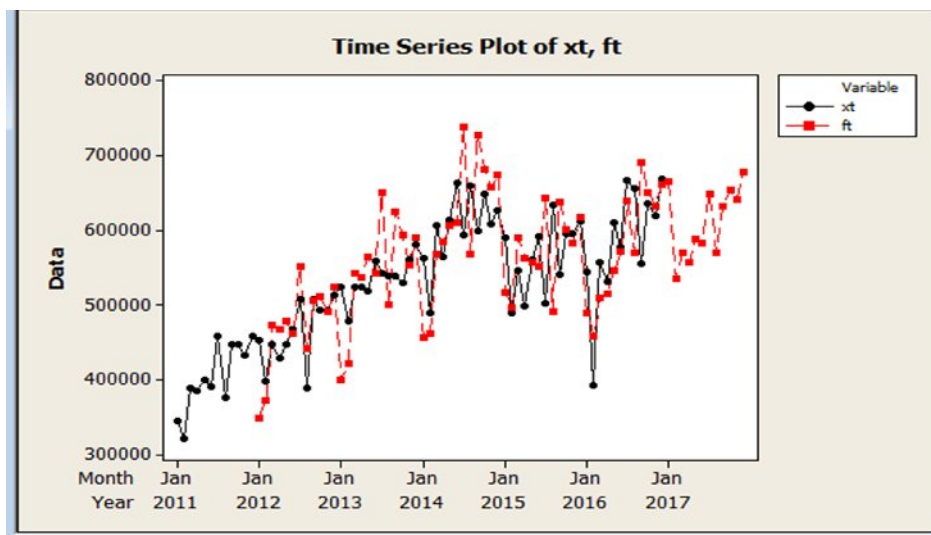
Alpha (level) 0.2  
Gamma (trend) 0.2  
Delta (seasonal) 0.2

##### Accuracy Measures

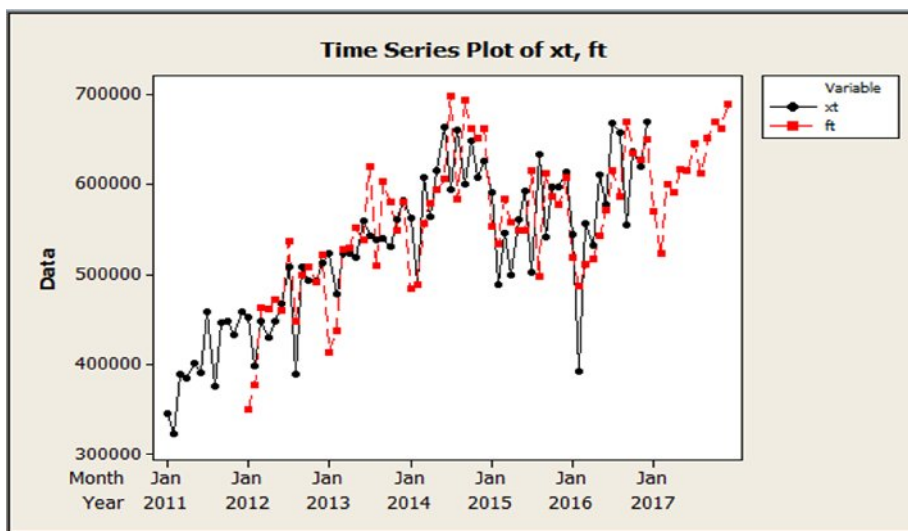
MAPE 6  
MAD 32573  
MSD 1767188566

Berdasarkan hasil output yang di peroleh dari minitab tentang penentuan nilai alfa betta dan gamma yang dioptimalkan berdasarkan MAPE dan MAD yang paling minimum. maka diambil kesimpulan nilai yang paling kecil diambil.

- a. Penghalusan *exponential holt-winters* model multipicatif



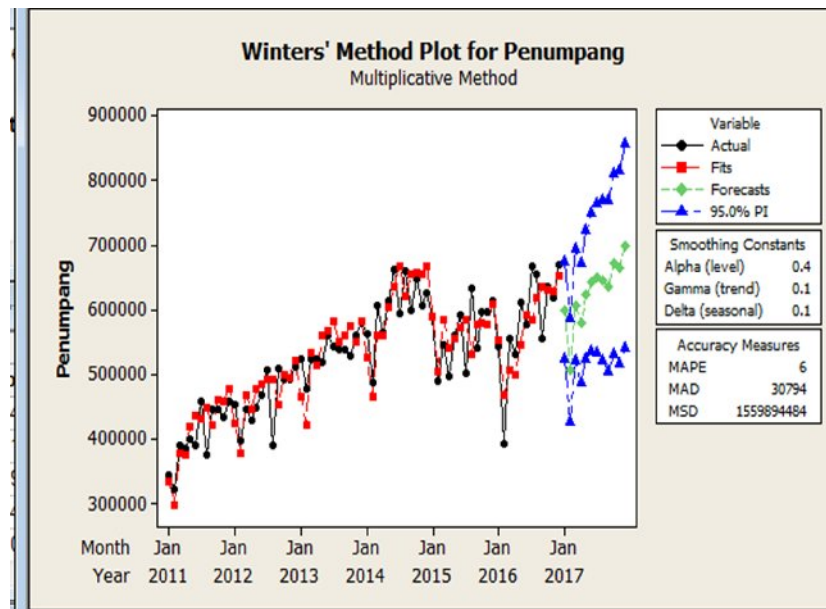
- b. Penghalusan *exponential holt-winters* model aditif





c. Peramalan pemlusan *exponential*

1) *model multiplikatif*



Alpha (level) 0.4  
Gamma (trend) 0.1  
Delta (seasonal) 0.1

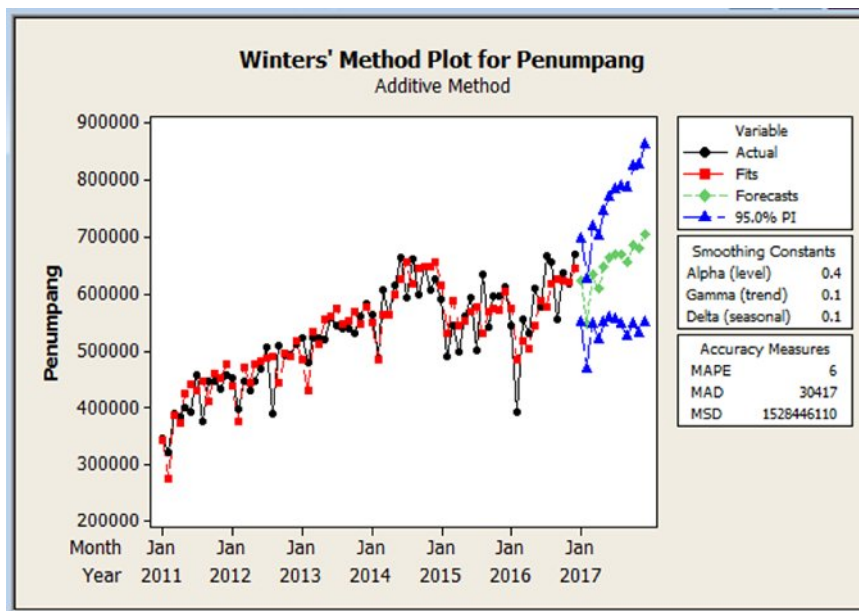
Accuracy Measures

MAPE 6  
MAD 30794  
MSD 1559894484

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
Jan/2017	600435	524992	675878
Feb/2017	508242	427927	588558
Mar/2017	607709	521617	693801
Apr/2017	579845	487242	672449
May/2017	623677	523970	723383
Jun/2017	642747	535463	750031
Jul/2017	649931	534690	765172
Aug/2017	645375	521869	768880
Sep/2017	636824	504804	768843
Oct/2017	671818	531080	812555
Nov/2017	666046	516423	815670
Dec/2017	698734	540084	857384

#### 2) Model aditif



Alpha (level) 0.4  
Gamma (trend) 0.1  
Delta (seasonal) 0.1

#### Accuracy Measures

MAPE 6  
MAD 30417  
MSD 1528446110

#### Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
Jan/2017	623415	548894	697937
Feb/2017	547100	467766	626434
Mar/2017	633363	548323	718403
Apr/2017	610235	518763	701707
May/2017	648675	550187	747164
Jun/2017	664806	558834	770779
Jul/2017	668810	554977	782643
Aug/2017	668551	546554	790547
Sep/2017	655181	524774	785587

```
> library(readxl)
```

Warning message:

package 'readxl' was built under R version 3.2.5

```
> library(ggplot2)
```

Warning message:

package 'ggplot2' was built under R version 3.2.5

```
> data<-read_excel("D:/data_awal.xlsx")
```

```
> View(data)
```

```
> data_awal<-ts(data, start=c(2011,1), frequency=12)
```

```
> data_awal
```

			Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug
--	--	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Jan 2011	2011	344921	321891	389472	384767	400594	390913	458143	375115	446517
----------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Feb 2011	2012	452817	398142	447419	429141	447584	467105	507709	389167	508510
----------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Mar 2011	2013	523761	477941	523734	523449	519008	559461	543280	538490	539455
----------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Apr 2011	2014	562988	488675	606924	564485	614575	663623	594237	660678	600176
----------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

May 2011	2015	590464	489036	545901	498428	560893	592562	502088	633677	540811
----------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Jun 2011	2016	544593	391776	556746	531881	610721	576876	667795	656625	555226
----------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

			Oct	Nov	Dec
--	--	--	-----	-----	-----

Jan 2011	447195	433313	458497
----------	--------	--------	--------

Feb 2011	493618	492799	512966
----------	--------	--------	--------

Mar 2011	530214	561587	581349
----------	--------	--------	--------

Apr 2011	648830	608084	626136
----------	--------	--------	--------

May 2011 596360 596360 613063

Jun 2011 635934 619208 669569

```
> fit1<-HoltWinters(data_awal,seasonal="additive")
```

```
> fit1
```

Holt-Winters exponential smoothing with trend and additive seasonal component.

Call:

```
HoltWinters(x = data_awal, seasonal = "additive")
```

Smoothing parameters:

alpha: 0.1910303

beta : 0.08979519

gamma: 1

Coefficients:

[,1]

a 644862.896

b 1700.610

s1 -170741.783

s2 -111249.150

s3 -50416.569

s4 -8807.366

s5 -34942.802

s6 -21998.961

s7 -183804.668

s8 -134391.066

```
s9      -74424.693
```

```
s10     -20927.898
```

```
s11     -31489.927
```

```
s12      24706.104
```

```
> fit1$fitted
```

	xhat	level	trend	season
Jan 2012	108103.8	288158.1	19056.0571096	-199110.333
Feb 2012	246286.5	348054.0	22723.2775172	-124490.708
Mar 2012	380648.7	399786.2	25328.1456279	-44465.667
Apr 2012	435136.0	443700.2	26997.0586545	-35561.208
May 2012	473666.2	480924.8	27915.4451600	-35174.083
Jun 2012	408871.8	511776.3	28179.0934412	-131083.667
Jul 2012	589971.4	536689.6	27885.8394429	25395.958
Aug 2012	654178.8	526274.0	24446.5520970	103458.208
Sep 2012	670189.5	511223.2	20899.8773933	138066.458
Oct 2012	659718.8	504145.6	18387.6378155	137185.583
Nov 2012	654021.4	512447.8	17482.0162265	124091.500
Dec 2012	566590.9	509275.6	15627.3626697	41687.958
Jan 2013	512317.8	523022.3	15458.4869567	-26162.974
Feb 2013	525741.0	514114.7	13270.5314231	-1644.244
Mar 2013	554786.0	508931.7	11613.4936643	34240.838
Apr 2013	533385.0	514558.9	11075.9505597	7750.211
May 2013	520444.9	531575.9	11609.4269266	-22740.341
Jun 2013	405297.5	538979.4	11231.7569520	-144913.625
Jul 2013	450993.5	574392.4	13403.1196661	-136802.001
Aug 2013	526902.1	578167.7	12538.5859888	-63804.175
Sep 2013	606320.5	575554.1	11177.9946187	19588.387

Oct	2013	674209.2	570052.8	9680.2705951	94476.162
Nov	2013	613623.9	568341.1	8657.3289223	36625.409
Dec	2013	608401.8	566925.3	7752.8048544	33723.722
Jan	2014	453566.0	575121.1	7792.5878166	-129347.700
Feb	2014	497872.2	570945.1	6717.8633832	-79790.707
Mar	2014	586865.7	571785.5	6190.0946419	8890.123
Apr	2014	611369.6	572740.4	5720.0056991	32909.138
May	2014	554507.4	588442.4	6616.3401753	-40551.385
Jun	2014	567086.0	602328.3	7269.1140059	-42511.422
Jul	2014	441331.0	611467.6	7437.0470566	-177573.702
Aug	2014	501871.6	622116.3	7725.4336444	-127970.126
Sep	2014	587737.6	630956.8	7825.5660694	-51044.787
Oct	2014	683586.5	630289.7	7062.9576326	46233.885
Nov	2014	619782.2	620284.2	5530.2918107	-6032.254
Dec	2014	642442.6	603331.3	3511.4124255	35599.900
Jan	2015	435600.0	611685.8	3946.2973461	-180032.069
Feb	2015	502305.9	604077.6	2908.7615827	-104680.460
Mar	2015	573062.0	585373.4	968.0217367	-13279.431
Apr	2015	655292.7	579737.1	374.9873850	75180.576
May	2015	571841.9	581140.9	467.3647497	-9766.350
Jun	2015	560357.0	593420.6	1528.0596095	-34591.642
Jul	2015	452544.9	613338.8	3179.4019518	-163973.293
Aug	2015	495194.8	615366.7	3076.0020017	-123247.847
Sep	2015	537281.0	620986.3	3304.4052171	-87009.660
Oct	2015	602000.5	624706.0	3341.6968168	-26047.156
Nov	2015	529766.2	627699.1	3310.3997898	-101243.291
Dec	2015	692728.5	633119.4	3499.8571627	56109.221

Jan 2016	382530.7	610352.1	1141.1940550	-228962.608
Feb 2016	429890.2	623846.2	2250.4194192	-196206.410
Mar 2016	600367.0	638270.5	3343.5812324	-41247.133
Apr 2016	709890.1	628212.8	2140.2049742	79537.124
May 2016	660037.8	618688.6	1092.8044031	40256.380
Jun 2016	650903.8	607617.1	0.5002819	43286.223
Jul 2016	435651.9	604757.9	-256.2853142	-168849.670
Aug 2016	491282.1	604054.8	-296.4061725	-112476.274
Sep 2016	518526.8	604048.2	-270.3859306	-85250.975
Oct 2016	584948.7	612003.6	468.2517974	-27523.134
Nov 2016	525448.1	616891.4	865.1057578	-92308.417
Dec 2016	578258.2	631302.8	2081.5010532	-55126.132
Jan 2017	467339.7	641207.0	2783.9381372	-176651.163
Feb 2017	500281.4	642301.7	2632.2533607	-144652.528
Mar 2017	552208.1	647357.1	2849.8400496	-97998.765
Apr 2017	689264.8	655773.7	3349.7107643	30141.357
May 2017	638073.7	647063.9	2266.8251097	-11257.053
Jun 2017	677566.9	644552.9	1837.8020262	31176.127

```
> fit2<-HoltWinters(data_awal,seasonal="multiplicative")
```

```
> fit2
```

Holt-Winters exponential smoothing with trend and multiplicative seasonal component.

Call:

```
HoltWinters(x = data_awal, seasonal = "multiplicative")
```

Smoothing parameters:

```
alpha: 0.1796995
beta : 0.06837449
gamma: 1
```

```
Coefficients:
```

```
      [,1]
```

```
a    7.139805e+05
```

```
b    2.930149e+03
```

```
s1   6.536726e-01
```

```
s2   7.456587e-01
```

```
s3   8.400165e-01
```

```
s4   9.041060e-01
```

```
s5   8.662089e-01
```

```
s6   8.849817e-01
```

```
s7   6.524415e-01
```

```
s8   7.211867e-01
```

```
s9   8.036632e-01
```

```
s10  8.752163e-01
```

```
s11  8.591177e-01
```

```
s12  9.377973e-01
```

```
> fit2$fitted
```

	xhat	level	trend	season
Jan 2012	180966.7	288158.1	19056.057	0.5890572
Feb 2012	270240.5	350204.9	21995.529	0.7260617
Mar 2012	373232.2	403855.9	24159.956	0.8720054
Apr 2012	422062.4	449593.9	25635.340	0.8881240
May 2012	457982.0	488707.3	26556.899	0.8888294



Jun	2012	391708.2	521542.6	26986.179	0.7141070
Jul	2012	638472.3	548545.8	26987.345	1.1093580
Aug	2012	732566.7	535198.8	24229.505	1.3094917
Sep	2012	730930.3	520298.0	21553.986	1.3489484
Oct	2012	690753.6	514250.4	19666.745	1.2937469
Nov	2012	662108.7	522273.3	18870.605	1.2235352
Dec	2012	561682.7	524076.6	17703.637	1.0367353
Jan	2013	513409.6	540924.6	17645.130	0.9191504
Feb	2013	541572.4	533419.3	15925.484	0.9858516
Mar	2013	577635.3	528851.0	14524.229	1.0630505
Apr	2013	548077.2	534215.5	13897.938	0.9999339
May	2013	529936.4	551062.1	14099.552	0.9376722
Jun	2013	409105.6	559123.2	13686.680	0.7142084
Jul	2013	450819.1	603701.0	15798.841	0.7277146
Aug	2013	534917.0	607097.4	14950.833	0.8599284
Sep	2013	628889.0	603798.3	13702.999	1.0184416
Oct	2013	709439.6	598113.3	12377.354	1.1620812
Nov	2013	632481.2	595821.1	11374.336	1.0416435
Dec	2013	623081.8	594845.4	10529.907	1.0292489
Jan	2014	442602.8	603217.2	10382.347	0.7213219
Feb	2014	495172.1	600722.3	9501.873	0.8114592
Mar	2014	600729.6	604008.7	9076.891	0.9798462
Apr	2014	629034.3	605517.1	8559.400	1.0243583
May	2014	560825.0	620144.3	8974.281	0.8914457
Jun	2014	568203.3	635516.2	9411.714	0.8810338
Jul	2014	433013.8	646696.8	9532.663	0.6598513
Aug	2014	498936.4	663073.0	10000.585	0.7412807

Sep	2014	594703.7	675200.2	10145.991	0.8677420
Oct	2014	705647.7	674696.9	9417.854	1.0314757
Nov	2014	634394.3	664705.2	8090.738	0.9429223
Dec	2014	662083.0	647581.4	6366.705	1.0124396
Jan	2015	430397.0	654962.0	6436.025	0.6507383
Feb	2015	503850.8	646132.0	5392.224	0.7733415
Mar	2015	580645.5	624875.5	3570.127	0.9239392
Apr	2015	666953.1	620246.7	3009.528	1.0701107
May	2015	582887.1	622202.4	2937.479	0.9324106
Jun	2015	569595.6	634928.4	3606.764	0.8920347
Jul	2015	456622.7	656067.2	4805.504	0.6909390
Aug	2015	498437.6	658244.4	4625.796	0.7519385
Sep	2015	539552.4	665277.3	4790.381	0.8052208
Oct	2015	603292.7	670045.9	4788.894	0.8939857
Nov	2015	526412.3	674208.3	4746.059	0.7753280
Dec	2015	700731.8	682291.6	4974.238	1.0195936
Jan	2016	385977.0	661621.0	3220.785	0.5805547
Feb	2016	428671.6	683790.6	4516.402	0.6227913
Mar	2016	618882.0	707046.6	5797.709	0.8681869
Apr	2016	742261.1	694491.5	4542.851	1.0618377
May	2016	685330.9	683222.6	3461.730	0.9980290
Jun	2016	673603.4	670664.8	2366.398	1.0008502
Jul	2016	453251.1	666267.7	1903.952	0.6783453
Aug	2016	507864.4	662889.9	1542.813	0.7643580
Sep	2016	533131.4	660890.9	1300.640	0.8051015
Oct	2016	596677.0	668542.8	1734.908	0.8901937
Nov	2016	534613.5	672580.4	1892.353	0.7926391

```
Dec 2016 580149.8 688471.3 2849.498 0.8391904
Jan 2017 459827.1 699684.5 3421.361 0.6539941
Feb 2017 492982.9 702740.4 3396.373 0.6981407
Mar 2017 545893.0 711280.4 3748.064 0.7634564
Apr 2017 691061.4 723374.0 4318.683 0.9496611
May 2017 639238.5 715407.1 3478.668 0.8892073
Jun 2017 684082.6 713596.0 3116.981 0.9544721
```

```
> aktual1<-fit1$x
```

```
> pred1<-fit1$fitted[,c("xhat")]
```

```
> MAPE1<-round(100*(sum(abs((aktual1-pred1)/aktual1)))/60,2)
```

```
Error in NextMethod(.Generic) :
```

```
dims [product 78] do not match the length of object [0]
```

```
In addition: Warning message:
```

```
In .cbind.ts(list(e1, e2), c(deparse(substitute(e1))[1L],
deparse(substitute(e2))[1L]), :
```

```
non-intersecting series
```

```
> MAD1<-round(sum(abs(aktual1-pred1))/60,2)
```

```
Warning message:
```

```
In .cbind.ts(list(e1, e2), c(deparse(substitute(e1))[1L],
deparse(substitute(e2))[1L]), :
```

```
non-intersecting series
```

```
> aktual1
```

```

          Jan      Feb      Mar      Apr      May      Jun      Jul      Aug
Sep
Jan 2011 2011 344921 321891 389472 384767 400594 390913 458143 375115
446517
Feb 2011 2012 452817 398142 447419 429141 447584 467105 507709 389167
508510
```

Mar 2011 2013 523761 477941 523734 523449 519008 559461 543280 538490  
539455

Apr 2011 2014 562988 488675 606924 564485 614575 663623 594237 660678  
600176

May 2011 2015 590464 489036 545901 498428 560893 592562 502088 633677  
540811

Jun 2011 2016 544593 391776 556746 531881 610721 576876 667795 656625  
555226

Oct Nov Dec

Jan 2011 447195 433313 458497

Feb 2011 493618 492799 512966

Mar 2011 530214 561587 581349

Apr 2011 648830 608084 626136

May 2011 596360 596360 613063

Jun 2011 635934 619208 669569

> pred1

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul  
Aug

2012 108103.8 246286.5 380648.7 435136.0 473666.2 408871.8 589971.4  
654178.8

2013 512317.8 525741.0 554786.0 533385.0 520444.9 405297.5 450993.5  
526902.1

2014 453566.0 497872.2 586865.7 611369.6 554507.4 567086.0 441331.0  
501871.6

2015 435600.0 502305.9 573062.0 655292.7 571841.9 560357.0 452544.9  
495194.8

2016 382530.7 429890.2 600367.0 709890.1 660037.8 650903.8 435651.9  
491282.1

2017 467339.7 500281.4 552208.1 689264.8 638073.7 677566.9

Sep Oct Nov Dec

2012 670189.5 659718.8 654021.4 566590.9

2013 606320.5 674209.2 613623.9 608401.8

2014 587737.6 683586.5 619782.2 642442.6

2015 537281.0 602000.5 529766.2 692728.5

2016 518526.8 584948.7 525448.1 578258.2

2017

>

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Fauzia La Musa, Lahir pada tanggal 10 Maret 1993 di Waralohi Provinsi Maluku. Penulis merupakan Anak 1 dari 3 bersaudara, dari pasangan La Musa dan Samsia. Penulis pertama kali masuk pendidikan formal di SD Inpres Jiku Besar Pada tahun 2000 dan Tamat pada tahun 2005. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan ke SMPN 5 Namlea dan tamat pada tahun 2008. Setelah tamat dari SMP, penulis melanjutkan ke SMA Negeri 1 Namlea dan tamat pada tahun 2011. Dan pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai Mahasiswa di Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Matematika Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru UML.